

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

JENNYFER ALVES ROCHA

**A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DO
ESTUDO DE RADIOATIVIDADE: CONTRIBUIÇÕES DE UMA
SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

**SÃO CRISTÓVÃO
2018**

JENNYFER ALVES ROCHA

**A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DO
ESTUDO DE RADIOATIVIDADE: CONTRIBUIÇÕES DE UMA
SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Área de Concentração: Currículo, didáticas e métodos de ensino das ciências naturais e matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Adjane da Costa Tourinho e Silva

SÃO CRISTÓVÃO
2018

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

R672c Rocha, Jennyfer Alves
A compreensão da natureza da ciência a partir do estudo de radioatividade : contribuição de uma sequência de ensino-aprendizagem / Jennyfer Alves Rocha ; orientadora Adjane da Costa Tourinho e Silva. – São Cristóvão, 2018.
317 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática)– Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Ciência – História. 2. Radioatividade – Estudo e ensino. 3. Ensino médio. I. Silva, Adjane da Costa Tourinho e, orient. II. Título.

CDU 5:539.16



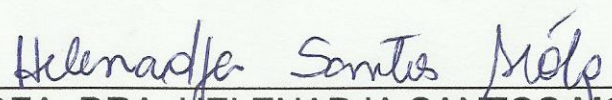
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA




A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DO EPISÓDIO DA
DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE: CONTRIBUIÇÕES DE UMA
SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
28 DE MARÇO DE 2018


PROFA. DRA. ADJANE DA COSTA TOURINHO E SILVA


PROFA. DRA. HELENADJA SANTOS MOTA


PROFA. DRA. DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais (Roseli e Genivaldo).

Eles, que sempre estiveram torcendo por mim e acreditando, principalmente à minha mãe, que me consolou várias vezes, mesmo quando achei que não conseguiria, ela sempre acreditou em mim, demonstrando seu amor.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais (Roseli e Genivaldo) e irmãos (Matheus e Maycon), por estarem sempre torcendo e acreditando em mim. Vocês foram fundamentais na realização desse sonho. E à toda minha família, avós, tios e primos. Foram dias difíceis, mas que se tornaram mais tranquilos porque podia contar com vocês.

Ao meu namorado Jailton, que foi um grande amigo, que me ouviu muitas vezes e que não me deixou desistir. À minha sogra Mônica, que sempre me apoiou e acreditou, me incentivando durante essa jornada.

À minha orientadora Prof^a. Adjane, que foi maravilhosa ao aceitar minha proposta de pesquisa. As contribuições dela me possibilitou um novo olhar sobre minha própria pesquisa. As leituras, sugestões e orientações foram fundamentais, pois me fizeram evoluir quanto pesquisadora. Suas contribuições foram além do papel de orientadora, estando presente durante todo desenvolvimento do trabalho. Seja ajudando com indicações de textos e sugestões, quanto no próprio processo de aplicação da SEA. Agradeço também pela paciência, entendendo minhas limitações de tempo, e pela confiança que é fundamental nesse processo.

Aos professores Helenadja, Erivanildo e Divanízia, pelas contribuições ao trabalho, que foram fundamentais. Pelos colegas da Pós, que tornaram as aulas melhores.

À minha prima Lilian e tia Neide, que muito me apoiaram, vão estar sempre no meu coração, sou eternamente grata a elas.

Às minhas colegas de trabalho, Sílvia e Thaynar, que tornaram-se grandes amigas e companheiras.

Aos alunos do CODAP, que me receberam muito bem e se disponibilizaram a participar dessa pesquisa. Ao professor Gildermam pelo apoio.

Às minhas amigas de vida Verônica, Suelaine e Joedna, que mesmo longe sempre se fizeram presentes.

Aos professores João Paulo e Djalma pelo apoio e ensinamentos, aos colegas do PIBID, principalmente a minha eterna parceira Thaís.

Meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma se fizeram presente e participaram dessa etapa.

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo analisar o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) elaborada na perspectiva da História e Filosofia da Ciência, verificando as suas contribuições para a percepção dos alunos sobre a Natureza da Ciência e elaboração conceitual em torno do tema radioatividade. A pesquisa foi desenvolvida com 26 alunos do 2º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação, localizado no município de São Cristóvão, em Sergipe. Ela apresenta uma abordagem qualitativa e partiu da hipótese de que uma SEA construída a partir de uma Abordagem Contextual pode contribuir para a compreensão dos alunos acerca da Natureza da Ciência. Os dados foram coletados através de questionários e gravações em vídeo. Os dados oriundos das gravações em vídeos foram mapeados originando episódios da sala de aula, de acordo com a metodologia apresentada em Mortimer et al. (2007) e em Silva (2008) e juntamente aos dados obtidos por meio dos questionários foram submetidos a uma Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2006). As sequências discursivas que compõem os episódios e as respostas apresentadas aos questionários foram caracterizadas considerando-se categorias emergentes que revelam a compreensão dos alunos acerca de aspectos relativos à Natureza da Ciência e aos conceitos envolvidos no tema radioatividade. A análise das interações desenvolvidas ao longo da SEA, bem como dos dados oriundos dos questionários, foram fundamentais para evidenciar a variedade de sentidos atribuídos pelos alunos aos termos descoberta, método científico e ciência. O investimento da professora/pesquisadora em fomentar as discussões em sala de aula, bem como as ferramentas mediadoras por ela empregadas favoreceram o avanço das concepções dos alunos rumo à ruptura de estereótipos sobre a Natureza da Ciência. Assim, percebeu-se que, em paralelo ao avanço conceitual relativo ao tema radioatividade, a SEA contribuiu positivamente para desestabilizar as concepções empirista, linear, neutra e masculina de ciência, possibilitando a percepção desta como resultado de uma comunidade de prática histórico e socialmente situada.

Palavras-chave: História da Ciência, Natureza da Ciência, Sequência de Ensino-Aprendizagem, Ensino de Radioatividade.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the development of a Teaching-Learning Sequence (TLS) elaborated from the perspective of History and Philosophy of the Science, verifying how its contributions to the students' perception about the Nature of Science and conceptual elaboration around the theme radioactivity. The research was developed with 26 students from the 2° year of the High School of the College of Application, located in the municipality of São Cristovão, Sergipe. It presents a qualitative approach and It started from the hypothesis that a TLS constructed from a Contextual Approach can contribute to students' understanding of the Nature of Science. Data were collected through questionnaires and video recordings. The data from the video recordings were mapped originating episodes of the classroom, according to the methodology presented in Mortimer et al. (2007) and in Silva (2008) and together with the data obtained through the questionnaires were submitted to a Discursive Textual Analysis (MORAES; GALIAZZI, 2006). The discursive sequences that compound the episodes and the answers presented to the questionnaires were characterized considering emergent categories that reveal the students' understanding about aspects related to the Nature of Science and the concepts involved in the theme radioactivity. An analysis of the interactions developed throughout the TLS, as well as the data from the questionnaires, were fundamental to evidence the variety of meanings, for example, scientific methods. The teacher / researcher's investment in fostering classroom discussions, as well as the mediating tools used by her, favored the advancement of students' conceptions towards a rupture of stereotypes about the Nature of Science. Thus, it was observed that, in parallel to the conceptual advance regarding the subject of radioactivity, the TLS contributed positively to destabilize the empiric, linear, neutral and masculine conceptions of science, enabling the perception of this as a result of a community of historical practice and socially situated.

Keywords: History of Science, Nature of Science, Sequence of Teaching-learning, Radioactivity Teaching.

LISTA DE SIGLA E ABREVIATURAS

SEA – Sequência de Ensino-Aprendizagem

HFS – História, Filosofia e Sociologia

HFC – História e Filosofia da Ciência

HC – História da Ciência

NdC – Natureza da Ciência

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

ATD - Análise Textual Discursiva

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Representação adaptada do losango didático.

Figura 02 – Foto do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe.

Figura 03 – Gráfico da relação das idades dos alunos participantes da pesquisa.

Figura 04 – Esquema de desenvolvimento das aulas de acordo com os encontros.

Figura 05 – Croqui da sala de aula.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Levantamentos de artigos do ano de 2006 a 2016 em revistas científicas, sobre História da Ciência.

Tabela 02 - Levantamentos de artigos do ano de 2006 a 2016 em revistas científicas, sobre o tema radioatividade.

Tabela 03 - Conteúdos utilizados na elaboração da SEA.

Tabela 04 - Organização das aulas de acordo com Aikenhead (1990), atividades desenvolvidas e materiais utilizados.

Tabela 05 - Estrutura das Aulas.

Tabela 06 - Intenções do professor segundo Mortimer e Scott (2002), (SANTOS, 2008).

Tabela 07 - Categorias referentes à questão 01 *“Descreva algumas características do trabalho dos cientistas”*.

Tabela 08 - Categorias referentes à questão 02 *“O que você entende por radiação?”*

Tabela 09 - Categorias referentes ao conceito de raios X. Questão 03 *“Use seus conhecimentos para definir os raios X e radioatividade.”*

Tabela 10 - Categorias referentes ao conceito de radioatividade. Questão 03 *“Use seus conhecimentos para definir os raios X e radioatividade.”*

Tabela 11 - Categorias relacionadas a questão 01: *“Considerando a descrição no texto acima, apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen”*

Tabela 12 - Categorias relacionadas a questão 02 *“Quais aspectos característicos da Ciência são apresentados no texto?”*

Tabela 13 - Categorias relacionadas a questão 03 *“De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões cite as principais contribuições da descoberta realizada por Roentgen para a medicina.”*

Tabela 14 - Categorias relacionadas a Questão 01: *“Quais características relacionadas ao trabalho realizado pelos cientistas você consegue identificar no texto?”*

Tabela 15 - Categorias relacionadas a Questão 03: *“Existem relações entre o que conhecemos hoje por radioatividade e raios X? Justifique.”*

Tabela 16 - Categorias da Questão 01: *“Por muito tempo a radioatividade foi vista como vilã, devido ao grande poder de devastação causada pelas reações nucleares, mas sabemos das diversas aplicações para medicina. Qual sua opinião sobre a radioatividade?”*

Tabela 17 - Categorias da Questão 01: *“O que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?”*

Tabela 18 - Categorias da Questão 02: *“A ciência torna a vida das pessoas melhor?”*

Tabela 19 - Categoria relacionadas a questão 05: *“O que você entende por radiação?”*

Tabela 20 - Categorias relacionadas aos raios X, oriundas da análise da questão 10: *“Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como raios X e o fenômeno da radioatividade?”*

Tabela 21 - Categorias relacionadas a radioatividade, oriundas da análise da questão 10: *“Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como raios X e o fenômeno da radioatividade?”*

LISTA DE QUADROS

- Quadro 01-** Trecho do Mapa de Episódio do encontro 03.
- Quadro 02-** Trecho das transcrições do Episódio 04 (Encontro 05)
- Quadro 03-** Transcrição do Episódio 09 (Encontro 01).
- Quadro 04-** Trecho 01 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)
- Quadro 05-** Trecho 02 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)
- Quadro 06-** Trecho 03 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)
- Quadro 07-** Trecho 04 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)
- Quadro 08-** Trecho 05 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)
- Quadro 09-** Trecho 06 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)
- Quadro 10-** Trecho 01 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)
- Quadro 11-** Trecho 02 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)
- Quadro 12-** Trecho 03 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)
- Quadro 13-** Trecho 04 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)
- Quadro 14-** Trecho 01 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 04)
- Quadro 15-** Trecho 02 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 04)
- Quadro 16-** Trecho 01 da transcrição do Episódio 08 (Encontro 04)
- Quadro 17-** Trecho 02 da transcrição do Episódio 08 (Encontro 04)
- Quadro 18-** Transcrição do Episódio 04 (Encontro 05)
- Quadro 19-** Transcrição do Episódio 05 (Encontro 05)
- Quadro 20-** Transcrição do Episódio 06 (Encontro 05).
- Quadro 21-** Transcrição do Episódio 07 (Encontro 05)
- Quadro 22-** Trecho 01 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 23-** Trecho 02 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 24-** Trecho 03 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 25-** Trecho 04 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 26-** Trecho 05 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 27-** Trecho 06 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 28-** Trecho 07 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 29-** Trecho 08 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 30-** Trecho 09 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)
- Quadro 31-** Trecho 10 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 01 – Questionário Socioeconômico.

Apêndice 02 – Mapas de Episódio

Apêndice 03 – Sequência de Ensino-Aprendizagem

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Anexo 02 – Termo de Anuência

Anexo 03 – Comprovante de Envio ao Comitê de Ética

Anexo 04 - Transcrições dos Episódios

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO I – PESQUISAS VOLTADAS A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E RADIOATIVIDADE	21
1.1 Pesquisas que focalizam a História da Ciência	21
1.2 Pesquisas que abordam o tema Radioatividade	26
CAPÍTULO II- PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	28
2.1 História, Filosofia e Epistemologia da Ciência	28
2.2 Alfabetização Científica	31
2.3 Inserção da História da Ciência nos Currículos rumo a Abordagem Contextual	35
2.4 Sequência de Ensino-Aprendizagem	42
CAPÍTULO III – SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM: ELABORAÇÃO E DESAFIOS	45
3.1 Elaboração da Sequência de Ensino-Aprendizagem	45
3.2 Desafios na Elaboração da Sequência de Ensino-Aprendizagem	50
3.3 Descoberta da Radioatividade: Possibilitando a Compreensão Acerca da Natureza da Ciência	52
3.4 Acidente Radioativo em Goiânia: Uma Discussão Sobre as Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade	56
3.5 Estrutura da Sequência de Ensino-Aprendizagem	57
CAPÍTULO IV – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	63
4.1 Objetivos da Pesquisa	63
4.2 Caracterização da Pesquisa	63
4.3 Conhecendo a Instituição: Campo de Pesquisa	64
4.4 Aplicação da SEA/Sujeitos da Pesquisa/ Validação	65
4.5 Coleta de Dados	67
4.5.1 Gravações em Vídeo	67
4.5.2 Questionários	68
4.6 Tratamento e Análise dos dados	69
4.6.1 Gravações em Vídeo	69
4.6.2 Questionários	73
4.6.3 Análise Textual Discursiva	73
CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
5.1 Primeiro Encontro	75
5.1.1 Análise do questionário de concepções-prévias	76
5.1.2 Análise das gravações em vídeo do primeiro encontro	84
5.2 Segundo Encontro	89
5.2.1 Análise das gravações em vídeo do segundo encontro	90
5.2.2 Questionário Pós-Texto: “Descoberta dos Raios X”	106
5.3 Terceiro Encontro	110
5.3.1 Análise das gravações em vídeo do terceiro encontro	111
5.3.2 Questionário Pós-Texto: “Afim, quem descobriu a radioatividade?”	127
5.4 Quarto Encontro	132
5.4.1 Análise das gravações em vídeo do quarto encontro	133
5.4.2 Questionário sobre radioatividade	146
5.5 Quinto Encontro	146

5.5.1 Análise das gravações em vídeo do quinto encontro.....	147
5.5.2 Questionário Pós-Texto: “Perigos do descarte incorreto de lixo hospitalar radioativo”.....	157
5.5.3 Questionário Avaliativo.....	158
5.6 Sexto Encontro.....	162
5.6.1 Análise das gravações em vídeo do sexto encontro.....	163
5.6.2 Questionário Avaliativo.....	185
CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	189
REFERÊNCIAS	192
APÊNDICES.....	200
ANEXOS.....	271

INTRODUÇÃO

Considero importante iniciar essa dissertação justificando o que me levou ao desenvolvimento deste trabalho. Não há como negar as contribuições que pude obter no decorrer da minha vida acadêmica e que me incentivaram a construí-lo. O primeiro contato que tive com a História da Ciência foi durante a minha participação no Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), como estudante do curso de Licenciatura em Química, no *campus* São Cristóvão. O projeto envolvia a elaboração e aplicação de Oficinas Temáticas em escolas de diversas cidades de Sergipe, tanto em sua capital, Aracaju, quanto nos interiores, como Lagarto, Itabaiana, Boquim e Pedrinhas. Deste modo, buscava-se a interação entre universidade e escola, possibilitando aos graduandos de licenciatura a oportunidade de vivenciar à docência, mesmo nos anos iniciais de sua formação, sendo isto uma alternativa a somar-se aos estágios que só ocorriam ao final do curso.

Durante a participação do projeto, o trabalho ocorria sempre em parceria com os colegas, pois as oficinas eram produzidas por duplas de licenciandos. Minha dupla foi desafiada pelo nosso orientador a produzir uma Oficina Temática que abordasse o conceito de radioatividade. Confesso que foi desesperador no início, pois nossa experiência com tal tema não nos dava suporte para elaboração do material. O conceito de radioatividade comumente é abordado nos últimos meses do 2º ano do Nível Médio. Eu havia tido pouco contato com tal tema na Educação Básica e nenhum contato na graduação.

Deste modo, seguimos pesquisando e solicitando auxílio aos professores. Ao mesmo tempo, fomos pensando em um tema gerador para a oficina, que nos proporcionasse a construção do conceito de radioatividade. Assim, chegamos à ideia de utilizar a História da Ciência, apesar de termos na época uma visão até certo ponto ingênua sobre a Natureza da Ciência e da história que circundava os acontecimentos em torno da descoberta da radioatividade. Seguimos investindo no aprofundamento na compreensão do conteúdo e na construção de um material didático coerente, que oferecesse ao aluno a oportunidade de se tornar autor na construção do seu conhecimento.

Durante a elaboração da Oficina Temática a qual intitulamos “Radiação e Suas Aplicações”, pudemos abordar, além de aspectos da História da Ciência, aspectos sociais e tecnológicos, pois englobamos diversos tipos de radiações presentes no dia-a-dia, como por exemplo, a radiação solar, a radiação emitida por aparelhos de comunicação, os raios X, dentre outros. Além da compreensão sobre o funcionamento e utilização dos fornos micro-ondas e sua atuação no processo de cozimento dos alimentos. Após a elaboração da oficina, seguimos a campo para aplicação e percebemos que a ideia de utilizar a história era um fator que contribuía para despertar o interesse dos alunos. Nas intervenções do PIBID

na escola, percebemos também a dificuldade que os alunos apresentavam em construir o conceito de radioatividade, devido ao grau de abstração necessário, pois trata-se de um fenômeno que ocorre a nível sub-microscópico. Esta dificuldade também foi observada por Pelicho (2009), que discutiu como tal dificuldade contribui na desmotivação dos alunos em aprender sobre esse fenômeno.

Outro ponto que deve ser destacado como justificativa para escolha do conceito de radioatividade está relacionado a outros fatores também discutidos por Pelicho (2009). Este autor afirma que os densos currículos e as poucas aulas destinadas à Química, requerem do professor uma seleção de conceitos e, normalmente, o conceito de radioatividade é trabalhado apenas nos últimos meses do ano letivo, dispondo de pouco tempo para a discussão necessária para a sua compreensão pelos alunos.

A experiência no PIBID foi fundamental na opção de desenvolver um trabalho envolvendo o tema radioatividade, na perspectiva histórica. Nesse sentido, a busca pela ampliação dos conhecimentos possibilitou a compreensão sobre a Abordagem Contextual proposta por Matthews (1995), sendo tal abordagem um aspecto central nesta pesquisa. A Abordagem Contextual é caracterizada como uma tendência que vincula aspectos da história à construção dos conceitos científicos, considerando fatores externos como política, economia e sociedade.

De acordo com Matthews (1995), o uso da História, Filosofia e Sociologia (HFS) pode contribuir no ensino de ciências porque através dessa abordagem é possível humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses éticos, pessoais, políticos e culturais de maneira a tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, desenvolvendo consequentemente a formação de pensamento crítico. Desta maneira, dá significado ao conhecimento que está sendo construído, desmistificando o ensino baseado na aplicação de fórmulas e equações e proporcionando a compreensão da natureza da ciência e de seu caráter social. Vale ressaltar, que trabalho com História da Ciência não é fácil. Portanto, é necessário manter a vigilância epistemológica, evitando reforçar concepções estereotipadas da ciência.

Tavares (2010) segue a proposta de Mathews (1995) analisando como a Abordagem Contextual se materializa, destacando diversas vertentes a qual essa abordagem se aplica, sendo elas: internalista, externalista, através do perfil epistemológico dos cientistas, a partir da utilização de textos originais, teorias de dinâmica científica e através de antigos instrumentos científicos. A compreensão dessas diversas abordagens, possibilitou perceber os objetivos de cada uma, contribuindo para a melhor percepção deste trabalho, sustentando e fortalecendo a ideia inicial. Considero que além das contribuições da

utilização da Abordagem Contextual, vale ressaltar que durante a construção de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) nessa perspectiva enfrentei alguns desafios, tais desafios foram discutidos por Forato, Pietrocola e Martins (2011), os quais consideraram fatores como: seleção do conteúdo histórico, tempo didático, simplificação e omissão, relativismo, inadequação dos trabalhos históricos. Desafios a serem enfrentados quando trabalha-se com a História da Ciência. E que devem ser trabalhados com o intuito de evitar a propagação de uma visão distorcida da própria ciência.

Conforme a Matriz Curricular da Secretaria de Estado de Educação do Estado de Sergipe (SEED), o conceito de radioatividade deve ser desenvolvido no 2º ano do Ensino Médio, por necessitar de conhecimentos fundamentais construídos em anos escolares anteriores. Nesse contexto, a SEA que propomos foi desenvolvida para alunos do 2º ano do Ensino Médio, atendendo o currículo proposto pela SEED. Tivemos o intuito de elaborar um material que possa, através da Abordagem Contextual, proporcionar a construção do conceito de radioatividade e promover a compreensão de aspectos fundamentais acerca da Natureza da Ciência, atendendo às orientações da Matriz Curricular da Secretaria de Estado de Educação do Estado de Sergipe (SEED), que são fundadas no que é proposto por os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCNEM (BRASIL, 2000). Nesse trabalho apresentamos a elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino aprendizagem baseada nessa vertente.

Assim, esse trabalho objetiva analisar o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem elaborada na perspectiva da História e Filosofia da Ciência, verificando as suas contribuições para a percepção dos alunos sobre a Natureza da Ciência e elaboração conceitual em torno do tema radioatividade. Essa linha de investigação pode ser detalhada em três objetivos específicos: descrever o desenvolvimento da SEA focalizando as estratégias empregadas pela professora; investigar o desenvolvimento das ideias dos alunos ao longo da SEA; identificar os aspectos relativos à Natureza da Ciência sobre os quais ocorreu evolução da percepção dos alunos, bem como aqueles em que houve estagnação.

A SEA foi aplicada a 26 alunos do 2º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe, localizado no município de São Cristóvão, no estado de Sergipe. Os dados foram coletados através de gravações em vídeo e aplicação de questionários. Os dados coletados através das gravações em vídeo foram transcritos e mapeados originando episódios da sala de aula, de acordo com a metodologia apresentada em Mortimer et. al. (2007) e em Silva (2008). Juntamente aos dados coletados através dos questionários, os episódios mais representativos da dinâmica discursiva da sala de aula e da evolução conceitual dos alunos foram transcritos e analisados de acordo com a Análise

Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2006), passando por um processo de: unitarização, categorização e construção de meta-textos

Como forma de encaminhar este texto, organizo-o, além desta introdução, em cinco capítulos, seguidos da conclusão. No Capítulo I apresento um breve levantamento bibliográfico das pesquisas relacionadas à História da Ciência e Radioatividade. No Capítulo II apresento a fundamentação teórica ancorada nos debates acerca da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, no processo de alfabetização científica e na Abordagem Contextual, para elaboração de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem. O Capítulo III é dedicado a construção, aplicação e desafios encontrados durante o desenvolvimento da SEA.

O Capítulo IV apresenta as discussões dos procedimentos metodológicos que delinearam a pesquisa, como a hipótese inicial, os objetivos da pesquisa, os sujeitos e o campo de pesquisa. Relata também os instrumentos de coleta de dados e o métodos de análise de acordo com os instrumentos de coleta.

No Capítulo V, são discutidos os dados coletados, através das categorias encontradas no processo de tratamento e análise, bem como a interpretação dos mesmos baseados nas orientações de Cobern e Loving (2001), Niaz (2001), Gil Pérez et al., (2001), Aikenhead (1985) e Matthews (1995) acerca das características da Natureza da Ciência. Por fim apresento as Considerações Finais e Conclusões a respeito do estudo realizado no âmbito do desenvolvimento da SEA e suas contribuições para compreensão acerca da Natureza da Ciência.

CAPÍTULO I

PESQUISAS VOLTADAS A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E RADIOATIVIDADE

Neste capítulo, apresentaremos uma breve revisão de pesquisas que discutem a História da Ciência (HC) e a radioatividade, ambos temas foco desse trabalho. Essa revisão tem como objetivo apresentar alguns trabalhos que foram publicados no período de 2006 a 2016 em revistas da área de ensino de ciências. Os textos foram fruto de um levantamento de artigos em sete revistas, são elas: Ciência e Educação, Ensaio Revista em Educação em Ciências, Enseñanza de Las Ciencias, Investigación no Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação, Revista Eletrônica Enseñanza de Las Ciencias, Revista Alexandria. Os textos foram pesquisados utilizando as palavras “História da ciência” e “Radioatividade”. Das revistas pesquisadas em apenas duas “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Revista Alexandria” não foi encontrado nenhum texto usando as palavras de pesquisa citadas acima. Ao total foram encontrados vinte textos, dos quais dezesseis abordam história da ciência e apenas quatro contemplam o tema radioatividade.

1.1- Pesquisas que focalizam a História da Ciência

Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas buscando apresentar as contribuições da utilização da História da Ciência, seja para o ensino de ciências como também para o desenvolvimento de habilidades relacionadas aos processos de reflexão e argumentação, neste capítulo discutiremos algumas das vertentes de pesquisa que permeiam esse tema.

Na tabela 01 apresentamos a organização dos artigos encontrados através do levantamento de textos sobre da História da Ciência no período de 2006 a 2016 e as respectivas revistas que foram a fonte da nossa pesquisa. Em seguida apresentamos algumas discussões acerca das vertentes trabalhadas nos artigos encontrados e as similaridades com a nossa pesquisa.

Tabela 01: Levantamentos de artigos do ano de 2006 a 2016 em revistas científicas, sobre História da Ciência.

Revista	Título do Artigo	Ano
Ciência e Educação	O Ensino de História da Química: Contribuindo para a Compreensão da Natureza da Ciência	2008
	A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007.	2012
	Textos para Ensinar Física: Princípios Historiográficos Observados na Inserção da História da Ciência no Ensino	2016
Ensaio Revista em Educação em Ciências	Saberes previos y sentido común en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: un enfoque desde la historia epistemológica de las ciencias	2008
	Análisis del Enfoque de Historia Y Filosofía de La Ciencia	2013

Enseñanza de Las Ciencias	En Libros de Texto de Química: El Caso de la Estructura Atómica.	
	Redefinir Y Resignificar la Historia de la Alquimia: Marie Meurdrac*.	2015
	Astronomía, Matemáticas y Su Enseñanza en la Obra de Fray Martín Sarmiento (1695-1772). Aplicaciones Didácticas de La Historia de Las Ciencias Y Las Técnicas.	2015
	La Enseñanza de la Gravitación Universal de Newton Orientada por la Historia y la Filosofía de la Ciencia: Una Propuesta Didáctica Con Un Enfoque En la Argumentación.	2015
Investigação no Ensino de Ciências	A Inserção de História e Filosofia da Ciência no Currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: Uma Visão de Professores Universitários.	2007
	O Cotidiano da Sala de Aula de Uma Disciplina de História e Epistemologia da Física para Futuros Professores de Física.	2007
	História da Ciência no Ensino de Física: Um Estudo Sobre o Ensino de Atração Gravitacional Desenvolvido com Futuros Professores.	2010
	O Uso de Abordagens da História da Ciência no Ensino de Biologia: Uma Proposta para Trabalhar a Participação da Cientista Rosalind Franklin na Construção do Modelo da Dupla Hélice do DNA.	2016
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A História da Ciência em Manuais Escolares de Ciências da Natureza.	2007
	Elaboração e Validação de Um Instrumento de Avaliação de Atitudes Frente ao Uso de História da Ciência no Ensino de Ciências.	2009
	Diálogos Possíveis Entre o Ensino Fundamentado em Modelagem e a História da Ciência.	2012
	Episódios da História da Ciência em Aulas de Física com Alunos Jovens e Adultos: Uma Proposta Didática Articulada ao Método de Estudo de Caso.	2013

A partir dos artigos encontrados pudemos fazer algumas reflexões que nos nortearam durante o desenvolvimento da pesquisa.

Um dos pontos importantes a serem destacados, embora não seja o foco da nossa pesquisa, é entender como a História da Ciência tem sido apresentada em livros didáticos de Ensino Médio, como também em livros textos de cursos de formação de professores, deste modo autores como Vidal e Porto (2012) e Farías, Molina e Castelló (2013) apresentam em seus trabalhos discussões acerca da abordagem histórica presentes nesses livros e notaram que a visão de ciência apresentada por eles ainda está muito distante da realidade.

Vidal e Porto (2012) investigaram como a História da Ciência era apresentada em livros didáticos de Química indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o

Ensino Médio em 2007 (PNLEM 2007). Destacamos que tal programa tem a função de orientar a articulação entre os conhecimentos científicos e os aspectos históricos, tecnológicos, sociais e econômicos, com o objetivo de formar o aluno cidadão. Os resultados obtidos pelos autores evidenciam que os livros didáticos de um modo geral apresentam a História da Ciência de maneira linear, focada em datas e nomes de cientistas. Esta concepção apresentada nos livros didáticos está muito distante do que se espera para uma compreensão adequada dos fatos históricos. Ressaltamos a importância de discutir materiais que contemplem essa abordagem, pois o livro didático por vezes é utilizado como material guia do professor de ciências, tornando-se protagonista fundamental e conduzindo as ações do professor.

Farías, Molina e Castelló (2013) analisam o enfoque da História e Filosofia da Ciência (HFC) em livros texto do curso de Química da Universidade de Barcelona. Os resultados desta pesquisa mostraram que a maioria dos textos apresentam uma imagem descontextualizada de ciências, nas quais as descobertas são feitas de maneira isolada, e sendo produto de trabalho científico individual, desconsiderando a presença de uma comunidade científica, assim como os processos de reflexão realizados pelos cientistas no momento de suas descobertas. Os autores apresentam uma crítica ao modelo de ensino que não considera aspectos sociais, históricos e filosóficos da ciência, que expõe fatos desconectados a outros meios, como por exemplo, a política, a sociedade e a economia. Acrescentam que esta representação de ciência não condiz com a maneira a qual o conhecimento científico é produzido, distanciando-se amplamente da verdadeira ciência

Desse modo, percebe-se que mesmo com o desenvolvimento de pesquisas que buscam o ensino contextualizado, ainda estamos muito distantes do que se espera para a compreensão e abordagem histórica em livros didáticos e livros textos de cursos de formação de professores. A maneira como a HC ainda é apresentada em livros didáticos ajuda a disseminar a ideia estereotipada, linear e a-histórica de ciência.

Quando tratamos da utilização da História da Ciência é preciso que se tenha cuidado com a maneira que essa abordagem é trabalhada seja em livros didáticos ou em textos construídos pelo professor, para se evitar ao máximo a propagação de ideias errôneas acerca da Natureza da Ciência. Deste modo, autores como Vital e Guerra (2016) mostram em seu trabalho a complexidade que norteia a inserção da abordagem histórica no ensino de ciências. Esses autores investigaram quais os princípios historiográficos priorizados por professores de Física em suas pesquisas no âmbito do ensino de ciências. Para tanto, fizeram análises de dissertações produzidas por concluintes do Mestrado Profissional. Através dos resultados obtidos ficou evidente que durante a construção dos textos produzidos pelos professores houve um exercício constante de vigilância epistemológica. Os

autores ressaltaram também que no processo de transposição didática os professores precisaram selecionar e simplificar alguns fatos, porém sempre vigilantes para não promoverem uma ideia errônea de ciência, o que caracteriza a complexidade de ação.

Teixeira, Greca e Freire Jr. (2015) apresentaram em seu trabalho uma sequência didática para ensinar sobre o conceito de gravidade, de acordo com as leis de Newton, partindo de uma abordagem da História e Filosofia da Ciência, com o intuito de promover o desenvolvimento da habilidade de argumentação dos alunos.

Souza e Justi (2012) mostram como aspectos da História da Ciência podem ser utilizados no planejamento de atividades de ensino e na análise das concepções expressas pelos alunos. A pesquisa foi desenvolvida com alunos de Nível Médio, utilizando atividades relacionadas ao tema “energia envolvida nas transformações químicas”. Os autores evidenciaram através dos dados obtidos que as atividades e as discussões propiciadas favoreceram a modificação de modelos mecanicistas e substancialistas, além de ampliar o conhecimento sobre a própria Natureza da Ciência.

Hygino, Souza e Linhares (2013) investigaram a prática de utilização da História da Ciência em aulas de Física; para tanto os autores elaboraram um proposta didática com episódios da História da Ciência no período do Brasil Colonial. A proposta foi aplicada para alunos da Educação de Jovens e Adultos em formação profissional. A proposta desenvolvida permitiu aos alunos uma reflexão sobre os processos envolvidos no desenvolvimento histórico da ciência e tecnologia, favorecendo o desenvolvimento de habilidades e atitudes fundamentais para a formação integral entre educação básica e formação profissional.

A busca por abordagens embasadas na História da Ciência não é uma tarefa fácil, principalmente para professores de Nível Médio que precisam ter cuidado e atenção durante a seleção dos fatos e na interpretação dos mesmos pelos alunos, para evitar a propagação de ideias distorcidas sobre a Natureza da Ciência. Todavia, emerso nesse processo existe outra preocupação relacionada a formação dos professores, que por sua vez precisam também de subsídios que os possibilitem trabalhar com tais abordagens, mantendo sempre a vigilância epistemológica.

Nesta perspectiva, pesquisadores apresentam em seus trabalhos a importância da inserção da História da Ciência no currículo de formação de professores de ciências. Rosa e Martins (2007) apontam a necessidade de se pensar na formação continuada de docentes interligada à formação inicial orientados pelas discussões referentes a História e Filosofia da Ciência. Os autores mostram também uma discussão acerca da inserção da História da

Ciência no currículo de formação de professores de Física na Universidade Federal da Bahia.

Gatti, Nardi e Silva (2010) também buscaram discutir uma proposta de ensino ancorada na História de Ciências para o ensino de ciências na disciplina de Práticas de Ensino de Física, a partir de um curso de formação de professores. A proposta buscou evidenciar também as dificuldades apresentadas para a mudança de postura na ação docente, além de apresentar uma proposta voltada a um modelo de formação que favorece a incorporação de novas metodologias de ensino, mais centradas na construção ativa e reflexiva do conhecimento.

Ortiz e Silva (2016) apresentaram os resultados de uma investigação acerca da aplicação de uma proposta didática embasada na História da Ciência para alunos do curso de Ciências Biológicas de uma universidade do norte do Paraná. A proposta teve foco nas discussões que permeavam o episódio de “descoberta” do DNA, dando ênfase às controvérsias presentes na história acerca da participação da cientista Rosalind Franklin. Os autores argumentaram sobre as contribuições da abordagem histórica para o processo de contextualização do episódio selecionado, como também para a compreensão pelos alunos das vertentes controversas apresentadas, mostrando que os estudantes entenderam com clareza o episódio ao final da intervenção didática. Contudo os autores apontam que trabalhar com esse tipo de abordagem não é tarefa fácil.

Oki e Moradillo (2008) em seu trabalho buscaram explorar as potencialidades da aproximação de uma abordagem histórica com a educação científica a partir da história da química, visando aproximar os alunos tanto da compreensão da Natureza da Ciências (NdC) quanto da compreensão dos próprios conceitos científicos. O estudo ocorreu através da intervenção de uma professora/investigadora durante o desenvolvimento de uma disciplina de História da Química, que faz parte do currículo do Curso de Química da Universidade Federal da Bahia. Neste foi concluído que a utilização da história para a compreensão acerca da NdC auxiliou na construção de concepções menos simplistas e mais contextualizadas sobre a ciência. Os autores ressaltaram ainda as dificuldades de superar concepções ingênuas que estavam fortemente enraizadas nas visões epistemológicas dos alunos.

Na pesquisa desenvolvida por Oki e Moradillo (2008) podemos notar algumas similaridades com a nossa pesquisa, principalmente quando observamos os objetivos e notamos que estes autores buscavam, a partir de uma abordagem histórica, desenvolver uma compreensão mais clara e consistente de ciência, rompendo assim com visões estereotipadas e realistas ingênuas que ainda estão impregnadas nas concepções

apresentadas pelos alunos, mesmo em cursos de graduação, como mostrado pelos autores. Outra similaridade encontrada com o nosso trabalho foi observada nas discussões trazidas por Ortiz e Silva (2016) acerca da seleção de fatos históricos que tem como foco as reflexões trazidas pelas controvérsias que permeiam o fenômeno de “descoberta”.

1.2 - Pesquisas que abordam o tema Radioatividade

Nas revistas investigadas, pesquisas que abordam o tema radioatividade no ensino de ciências ainda são pouco exploradas quando comparamos a pesquisas relacionadas a outros conceitos científicos. Nesta perspectiva buscamos apresentar alguns artigos presentes na literatura que discutem esse tema.

Apresentamos abaixo uma tabela na qual estão organizados os artigos que foram encontrados através do levantamento de textos sobre o tema radioatividade no período de 2006 a 2016 e as respectivas revistas que foram a fonte da nossa pesquisa. Em seguida apresentamos algumas discussões mostrando como esse conceito tem sido trabalhado nas aulas de ciências.

Tabela 02: Levantamentos de artigos do ano de 2006 a 2016 em revistas científicas, sobre o tema radioatividade.

Revista	Título do Artigo	Ano
Investigação no Ensino de Ciências	Utilização de Recursos Audiovisuais em Uma Estratégia <i>Flexquest</i> Sobre Radioatividade.	2012
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Construção e Validação de um Sistema Hipermídia para o Ensino de Física Moderna.	2007
	Educação de Jovens e Adultos: Uma Abordagem Transdisciplinar para o Conceito de Energia.	2009
	Análise de Conteúdos de Física Nuclear em Livros Escolares Brasileiros.	2015

A preocupação com metodologias e abordagens que auxiliem ao aluno no processo de construção do conhecimento em torno do conceito de radioatividade tem sido foco de algumas pesquisas voltadas ao ensino de ciências. Autores como Vasconcelos e Leão (2012) apresentam uma avaliação da aplicação, para alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola em Recife- PE, de novas estratégias como o *FlexQuest* para o ensino de radioatividade. A abordagem *FlexQuest* comporta recursos audiovisuais que auxiliam na aprendizagem do tema proposto, gerando nos alunos a motivação na construção de conhecimento sobre o tema. Através de situações reais possibilitou o desenvolvimento de um olhar crítico diante das informações transmitidas pelos meios de comunicação.

Machado e Nardi (2007) descrevem as potencialidades e características de um sistema de hipermídia construído com o objetivo de auxiliar os processos de ensino e

aprendizagem de Tópicos da Física Moderna em escola de Nível Médio. Dentre os tópicos selecionados está o conceito de radioatividade, como também de fissão e fusão nuclear. A pesquisa foi desenvolvida com pesquisadores do Ensino de Física, licenciandos de Física e estudantes do terceiro ano do Ensino Médio.

Coimbra, Godoi e Mascarenhas (2009) apresentam em seu trabalho uma proposta de sequência didática transdisciplinar, para o ensino do tema energia. Em uma das aulas da sequência os autores abordaram o conceito de radioatividade juntamente ao de Raios X, focalizando também o acidente radioativo nuclear ocorrido em Goiânia com o isótopo Césio-137. Os sujeitos dessa pesquisa foram estudante da Educação de Jovens e Adultos de uma escola do município de São Carlos- SP.

Além da utilização de estratégias que ajudem no entendimento de conceitos científicos, há também grande preocupação com os materiais que são disponibilizados aos alunos e como os conceitos são apresentados por eles. Desse modo Tenório et.al (2015) mostram a análise dos temas energia nuclear e radiação presentes em vinte e sete livros escolares brasileiros. Os autores ressaltam que os conteúdos são apresentados de maneira desigual e inconsistente nas obras e alertam que, apesar da preocupação com a contextualização apresentada pelas obras, algumas sequer dedicavam um capítulo às discussões que norteiam a energia nuclear, como produção de energia elétrica e poluição radioativa. Outra característica observada pelos autores estava relacionada à ausência de abordagem histórica ou interdisciplinar na maioria das obras analisadas.

De acordo com os textos analisados notamos a preocupação quanto ao uso de metodologias e abordagens que contribuam na compreensão mais eficaz sobre o conceito de radioatividade, este fato apresenta similaridades com o nosso trabalho, pois buscamos a partir da História da Ciência trazer constructos que permitam ao aluno entender não apenas a Natureza da Ciência, mas também construir o conceito de radioatividade.

CAPÍTULO II

PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo estão apresentados os pressupostos teóricos que foram base desta pesquisa. Para tanto a seção está dividida em quatro partes: Na primeira parte foram discutidas algumas definições acerca da História, Filosofia e Epistemologia da Ciência, nesta buscamos destacar as principais características que circundam esse tema. Na segunda parte apresentamos uma discussão acerca da Alfabetização Científica, expomos nesta algumas definições, características e reflexões acerca de sua importância. Na terceira parte buscamos apresentar como ocorreu o processo de inserção da história no currículo de ciências destacando a Abordagem Contextual. Por fim, exibimos algumas definições de Sequência de Ensino-Aprendizagem.

2.1 - História, Filosofia e Epistemologia da Ciência.

Antes de falarmos sobre a História da Ciência (HC), é importante compreendermos o que se entende por HC. Segundo Reis (2017, p.17), a “HC pode ser entendida como um estudo do processo de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos em torno dos fenômenos naturais e suas técnicas, considerando as distintas épocas e culturas”. Desta maneira, a autora destaca que a Historiografia tem auxiliado na compreensão dos fatos e fenômenos que permeiam o desenvolvimento do fazer científico, acrescentando que se trata de um ramo de estudo que, com métodos próprios, procura descrever a história.

Tratando-se de HC, o material produzido advém de registros escritos pelos próprios cientistas que descreviam aspectos da época de maneira minuciosa. Assim, pode-se afirmar que, características econômicas, políticas e culturais puderam ser encontradas nos registros. Tais informações possibilitam o entendimento sobre como ocorreu o desenvolvimento da Ciência em cada época, quais as influências sofridas pela ciência por fatores a ela externos, como também a forma pela qual influenciou socialmente a vida das pessoas (REIS, 2017).

A história e a filosofia estão intimamente ligadas quando tentamos compreender os processos que caracterizam a ciência, pois é a partir do estudo da filosofia que é possível diferenciar a ciência das demais formas de conhecimento. A epistemologia, que pode ser entendida como um ramo da filosofia que estuda a origem do conhecimento científico e as relações entre sujeito e objeto do conhecimento, nos auxilia na compreensão da Natureza da Ciência (NdC), estabelecendo os possíveis limites do conhecimento científico. Assim, relaciona-se às condições em que o conhecimento científico pode ser produzido e quais caminhos esse conhecimento percorreu até que fosse constituída a ideia do que é

caracterizado hoje como ciência e o que pode ser classificado como conhecimento científico (REIS, 2017).

Japiassu (1975) relata em seu trabalho algumas definições para epistemologia e acrescenta a dificuldade de se definir com precisão esse termo, seja em relação à ciência ou à filosofia, áreas por meio das quais o termo foi se constituindo. Uma definição rigorosa e consensual de epistemologia é, pois, difícil de se obter. Essa dificuldade ocorre devido ao amplo campo de estudo da epistemologia, gerando assim diversas interpretações. Etimologicamente, epistemologia significa discurso (logos) sobre a ciência (episteme). Enquanto disciplina no interior da filosofia, a pertença da epistemologia é dupla: tem na ciência seu objeto e na filosofia seus pressupostos.

O papel da epistemologia é o de estudar a gênese e a estrutura dos conhecimentos científicos. Mais precisamente, a epistemologia busca pesquisar as leis reais de produção desses conhecimentos, não apenas do ponto de vista lógico, quanto dos pontos de vista linguístico, sociológico e ideológico. Portanto, diferentes nuances podem ser verificadas na interpretação desse termo. Desse modo, Japiassu descreve que a epistemologia pode ser vista como: discursos longos sobre a ciência, onde as epistemologias mais tradicionais são chamadas de *Filosofia da Ciência*, esta capaz de determinar a lógica das ciências, o valor e alcance; a epistemologia teria a função de tecer as relações entre a filosofia e as ciências.

Quando pensamos em ciência há uma necessidade de compreender o que a torna diferente de outras formas de conhecimento. Para tanto, faz-se necessária a compreensão sobre sua natureza e características fundamentais. Nesse contexto Cobern e Loving (2001) afirmam que um dos aspectos mais importantes para se entender sobre a Natureza da Ciência é a demarcação. A demarcação na ciência tem o objetivo de diferenciar e valorizar conhecimentos que são construídos exclusivamente pela ciência e excluir pseudocientistas. A valorização e diferenciação do conhecimento científico apresentada pelos autores não tem o objetivo de elevar o status de ciência como superior aos demais conhecimentos, mas valorizar também outras formas de conhecimento que são delimitadas por suas características. Os autores ressaltam que tal demarcação não é fácil de ser realizada, sendo esse papel incumbido tradicionalmente aos filósofos, nesse caso os epistemólogos.

Cobern e Loving (2001) apresentam ainda em seu trabalho alguma característica da ciência as quais podem, de uma perspectiva pragmática, defini-la ou diferenciá-la de outras formas de conhecimento. Os autores observam que se trata de uma visão amplamente aceita pela comunidade científica, sendo declarada, de diferentes formas, por cientistas tais como Grinnell (1987) e Chalmers (1993), e por educadores, tais como Driver et. al (1994) e Millar (1989). Expomos aqui tais características para reflexão.

Na discussão apresentada por Cobern e Loving (2001), a ciência é o estudo de fenômenos; tais fenômenos devem ser testados empiricamente, o que confere a ciência estabilidade e validação na produção de conhecimento. Os dados produzidos durante os testes empíricos devem ser interpretados pela ciência que, por sua vez, se utiliza de teorias que melhor expliquem o fenômeno. Porém, além do teste de consistência empírica, em que uma explicação é testada diante dos fenômenos aos quais se volta, há o teste da consistência teórica, em que uma dada explicação é confrontada com outras explicações científicas.

A ciência é considerada também um sistema explicativo e descritivo desses fenômenos, ou seja, as explicações produzidas não são circunstanciais, elas fazem parte de uma teia de relações. Nesse sentido, as explicações são elaboradas de acordo com um sistema de pensamento teórico, porque vão além dos dados disponíveis, sendo fruto de reflexões incansáveis. Desta forma, a interpretação dos dados ocorre através da escolha sensata da teoria que seja capaz de dar consistência a esses dados de maneira precisa. Assim, a ciência busca a compreensão de realidade, trazendo uma leitura própria de mundo e dos fenômenos que o cercam.

Outro aspecto fundamental da ciência é o de que ela se apoia em um conhecimento metafísico sobre como o mundo “realmente” é. A ciência parte do princípio de que é possível o conhecimento sobre a natureza, pressupondo a existência de uma ordem, bem como possíveis relações, causa e efeito entre os fenômenos. Por fim, Cobern e Loving (2001) discutem que, em última instância, o que se qualifica como ciência é determinado por consenso dentro da comunidade científica. Nessa perspectiva, ressaltamos o papel de uma comunidade de prática na determinação do que conta como conhecimento legítimo e como formas adequadas de obtê-lo. Nessa perspectiva, evidencia-se a dimensão discursiva e argumentativa da ciência, conforme evidenciado em estudos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência e estudos das práticas dos cientistas em laboratórios.

Autores como Niaz (2001) também buscam apresentar em seu trabalho características inerentes à NdC com o intuito de entender como esse conhecimento é construído, desmistificando a ideia de ciência como conhecimento livre de questionamentos. Segundo Niaz (2001) existem oito características que permeiam a construção da ciência: 1- a ciência é empírica; 2- as defesas científicas são testáveis (podem ser verídicas ou não); 3- as observações e testes científicos são repetitivos; 4- a ciência é baseada em tentativas (é passível a erros); 5- no desenvolvimento da ciência busca-se corrigir erros anteriores cometidos pela própria ciência; 6- o progresso científico é possível devido ao confronto de teorias rivais; 7- os mesmos dados experimentais podem ser interpretados de maneiras distintas por diferentes cientistas e 8- no desenvolvimento de uma teoria às vezes o cientista

baseia-se em fundamentações ainda inconsistentes. Desta maneira, o autor busca descrever a ciência como processo de construção humana passível a erros. Sendo assim, depende muito mais das construções mentais e do olhar do cientista sobre um fenômeno, que dos dados propriamente ditos, o que leva a afirmar que conhecimento científico não é gerado mecanicamente, mas através de processos reflexivos.

De acordo com as definições que caracterizam a NdC, apresentadas por Niaz (2001) e Cobern e Loving (2001), optamos por destacar algumas características, que foram trabalhadas durante o desenvolvimento desta pesquisa. As quais também serviram de base na construção da Sequência de Ensino-Aprendizagem aqui apresentada, tais características são: a natureza empírica e reflexiva da ciência; a relação existente ente as teorias e os dados; a ciência não detentora de verdades absolutas; a presença de uma comunidade científica, tornando o fazer científico uma construção conjunta; a inconsistência de algumas teorias que alguns cientistas adotam como referência.

2.2 - Alfabetização Científica

Pesquisas desenvolvidas na área de ensino de ciências (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007; FREIRE, 2014) mostram que há um distanciamento entre a visão que os estudantes apresentam sobre a ciência, seu trabalho, e a maneira com que este é realizado. Baseados em senso comum, tendem a acreditar que o conhecimento científico é superior às demais formas de conhecimento, concebendo a ciência como infalível e constituída de verdades absolutas, detentora do conhecimento e capaz de trabalhar com métodos universais adequados para revelar todas as verdades. Nesse contexto, o cientista é visto como um gênio dotado de uma sabedoria superior às demais, sendo excluído de todos os sentimentos e emoções e que dedica sua vida única e exclusivamente a suas pesquisas, sem interferência social, política ou econômica.

Allchin (2003) apresenta fatos que contribuem para o distanciamento de uma compreensão adequada de ciência pelos alunos e traz uma discussão sobre os mitos produzidos sobre ela. Para Allchin (2003), a construção de narrativas que caracterizam pseudo-histórias apresenta de maneira errônea elementos que acabam por descaracterizar a ciência, dificultando a compreensão sobre sua natureza. Na pseudo-história o desenvolvimento do trabalho científico é descrito de maneira romantizada, apresentando o cientista de forma heroica e espetacular, alguém dotado de conhecimento superior aos demais, além de reforçar as concepções empírico-indutivistas.

Nessa perspectiva, o autor chama a atenção para como o processo histórico de construção de teorias é apresentado em uma perspectiva linear, representando as “descobertas” como alguma coisa que acontece em um lugar e tempo específicos, pelo

trabalho e esforço de um único cientista que adquire o papel de herói. Esse tipo de história, em geral, “romantiza os cientistas, infla o drama de suas descobertas e apresenta os cientistas e os processos da ciência em proporções monumentais” (ALLCHIN, 2003, p. 329).

Tal abordagem encobre a natureza discursiva da ciência, suas relações com aspectos sociais e interesses econômicos. Neste sentido, são fomentados estereótipos sobre a natureza da ciência. Desse modo, autor ressalta a importância de se pesquisar boas fontes para evitar essa disseminação de ideias equivocadas sobre a ciência e o trabalho científico.

Sabe-se que a ciência é um processo de construção humana e como tal também é considerada cultura e, em um processo cultural, os domínios estão interligados, de modo que um é influenciado por outro. Nesse sentido, a ciência está diretamente ligada a outros domínios tais como política, economia e religião, assim como esses outros domínios também se ligam à ciência, num processo mutuamente recíproco. Na busca de superar a visão simplista sobre o trabalho científico e diminuir o distanciamento entre o conhecimento científico e os problemas cotidianos sociais, defende-se o papel do ensino de ciências e a alfabetização científica (FREIRE, 2014).

Miller (1983) apresenta uma definição de alfabetização científica mostrando sua importância para a sociedade. Segundo o autor, a alfabetização científica é caracterizada pela capacidade do indivíduo de ler, compreender e opinar sobre questões científicas. A importância de compreender questões científicas é justificada pelo fato de o desenvolvimento da ciência influenciar diretamente a vida e bem-estar das pessoas. Miller (1983) acredita que o indivíduo alfabetizado cientificamente é capaz de: analisar e decidir sobre problemas sociais, científicos e ambientais podendo ele mudar de opinião ou não de acordo com os fatos e provas; tomar a consciência de causa e efeito; fazer julgamento das verdades e ter a capacidade de distinguir entre fatos e teorias. A alfabetização científica se propõe a gerar também conscientização nos indivíduos dos impactos gerados pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia na sociedade, pois estas também afetam fatores externos como política e economia.

Cachapuz et.al (2005) sugerem que a alfabetização científica apresenta três vertentes principais: a alfabetização científica prática, que deve permitir a utilização dos conhecimento na vida cotidiana com o intuito de uma melhoria e bem estar social; a alfabetização científica cívica, onde todas as pessoas podem intervir em problemas sociais baseados no conhecimento científico; e alfabetização científica cultural, a qual se relaciona à compreensão da Natureza da Ciência e da tecnologia e sua atuação na sociedade. Os autores acrescentam ainda que uma educação voltada para a cultura científica deve conter: conhecimento de ciência; saberes e técnicas da ciência; aplicações do conhecimento

científico; interações com a tecnologia; resolução de problemas; estudo da NdC e prática científica; questões sociais, políticas, econômicas, éticas, culturais e morais na ciência e tecnologia; e história do desenvolvimento da ciência e tecnologia.

Forato e Pietrocola (2011) argumentam que a ciência é construída no contexto sociocultural assim como o conhecimento escolar que, por sua vez, também ocorre em um âmbito cultural, social e político. Desta maneira, o processo de alfabetização científica deve ocorrer de maneira contextualizada, partindo do pressuposto que o contexto do indivíduo influencia diretamente nos processos de ensino e aprendizagem. De acordo com Zeidler et. al (2002), uma população cientificamente alfabetizada tem capacidade de tomar decisões de cunho social; sendo assim, questões éticas e morais não podem ser desconsideradas enquanto componentes que definem as características da natureza da ciência. Freire (2014) ressalta que o objetivo da alfabetização científica é permitir ao aluno a integralização de uma nova cultura, como uma nova leitura de mundo.

O desenvolvimento da tecnologia e o aumento populacional crescem exponencialmente e, de mesmo modo, as preocupações com os problemas sociais. Nesse contexto, o processo de alfabetização científica torna-se ainda mais importante no desenvolvimento de habilidades por meio das quais os indivíduos possam tomar decisões diante dos diversos problemas sociais que afetam diretamente a vida e o bem-estar das pessoas. Miller (1983) afirma que o processo de alfabetização científica é complexo, sendo necessário o desenvolvimento de diversas habilidades, as quais se estruturam em três eixos principais: Compreensão da natureza da ciência; compreensão das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente; compreensão de termos e conceitos-chave da ciência.

De acordo com as ideias de Miller (1983) pode-se afirmar que a compreensão da natureza da ciência não é algo simples, pois não ocorre do nada. Para tanto, entendemos que tal compreensão possa ocorrer a partir de um contexto, sendo este bem proporcionado através do uso da HC, por esta apresentar de maneira humanizada os fatos e o processo de construção de teorias.

Kafai e Gilliland-Swetland (2001) ressaltam o papel que a HC desempenha na construção da base da alfabetização científica. Segundo os autores, os alunos precisam compreender não apenas os conceitos científicos e onde esses conceitos são aplicados, mas também o contexto social, político e cultural em que o conhecimento científico é desenvolvido. Deste modo, a humanização dos conhecimentos científicos através do uso da HC promove a superação de concepções simplistas sobre a ciência. Segundo Oki e Moradillo (2008, p.69):

Considera-se que a incorporação de um maior conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência nos currículos pode contribuir para a humanização do ensino científico, facilitando a mudança de concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento.

Rutherford (2001) observa que, nos Estados Unidos, os argumentos para a inclusão do ensino da História e Filosofia da Ciência no nível médio podem ser considerados de dois tipos, os quais foram denominados por ele de “utilitarista” e “cultural”, respectivamente. O argumento denominado utilitarista considera que as generalizações sobre como a ciência funciona seriam vazias sem a discussão de casos concretos. Podemos considerar, como exemplo, as generalizações de que cada nova ideia científica é limitada pelo contexto no qual é concebida, é comumente rejeitada pelos defensores de concepções já estabelecidas, algumas vezes surge de resultados inesperados e geralmente se configura lentamente pela contribuição de diferentes pesquisadores em diferentes épocas e lugares. Sem exemplos de casos específicos, essas considerações não passariam de meros *slogans*, de informações esvaziadas de claros sentidos.

Silva (2013) considera que tais argumentos, embora distintos, relacionam-se entre si e colaboram para a concepção de que o ensino de História e Filosofia da Ciência (HFC) contribui para sua formação enquanto cidadãos. A autora argumenta que, se entendermos o ensino de ciências nessa perspectiva de formação de indivíduos que possam se posicionar criticamente diante de questões inerentes à sociedade moderna e tecnológica em que vivem, torna-se relevante que ele contribua para que os indivíduos percebam como os produtos da Ciência são elaborados pela comunidade científica e levados em conta na produção tecnológica da sociedade, de modo a interferir em suas vidas e nas dos demais cidadãos.

Martins (2007) observa que, do ponto de vista mais prático e aplicado, a HFC pode ser pensada tanto como conteúdo (em si) das disciplinas científicas, quanto como estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias. O autor comenta ainda que a necessidade de uma abordagem histórico-filosófica dos conteúdos das disciplinas científicas vem à tona, além de outras perspectivas, daquela representada pelo movimento CTS para o ensino de ciências. Nessa linha, as recentes reformas educacionais, em nosso país, apontam para a necessidade da contextualização histórico-social do conhecimento científico, o que implica considerar a contribuição da HFC neste ensino.

Matthews (1995) apresenta em seu trabalho uma investigação de argumentos a favor do ensino de ciências partindo de uma abordagem da História, Filosofia e Sociologia (HFS).

O autor acredita que o uso da HFS pode contribuir no ensino de ciências porque através dessa abordagem é possível humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses éticos, pessoais, políticos e culturais de maneira a tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, desenvolvendo conseqüentemente a formação de pensamento crítico. Desta maneira, dá significado ao conhecimento que está sendo construído, desmistificando o ensino baseado na aplicação de fórmulas e equações e proporcionando a compreensão da natureza da ciência e de seu caráter social. Ao mesmo tempo, o autor alerta em seu trabalho o cuidado necessário ao se trabalhar com a HFS expondo a ideia de pesquisadores que se opõem ao uso de abordagem histórica.

Tais oposições tinham dois focos principais: “de um lado, dizia-se que a única história possível nos cursos de ciências era a pseudo-história; de outro lado afirmava-se que a exposição à história da ciência enfraquecia as convicções científicas necessárias à conclusão bem-sucedida de aprendizagem da ciência” (MATTHEWS, 1995 p. 173). As contradições ao ensino de ciências na perspectiva de uma abordagem histórica ressaltavam também, a subjetividade dos historiadores, partindo do princípio que cada historiador possui uma interpretação diferente dos fatos gerando, portanto, uma distorção da história real. Outro ponto abordado é a manipulação de fatos históricos de maneira a apresentar uma ciência apenas de sucessos distanciando-se assim da realidade (MATTHEWS, 1995).

Apesar das controvérsias apresentadas por Matthews (1995) e outros autores sobre a introdução da HC no ensino de Ciências, concordamos com Martins (2007) quando afirma que trabalhar partindo de uma abordagem histórica contribui não só para a compreensão da NdC como também para o melhor entendimento dos conceitos científicos. Através da utilização da história é possível humanizar o trabalho científico conscientizando sobre a importância de se compreender sobre o que é ciência e o quanto esta influencia diretamente na sociedade. Ressaltamos a importância de se utilizar fontes confiáveis quando se trabalha com HC para evitar ao máximo descrições que não são condizentes com a realidade e que perpetuariam assim uma ideia falsa de ciência. Portanto, é esta ideia da importância da História no ensino de ciência que levamos adiante no desenvolvimento desta pesquisa.

2.3 - Inserção da História da Ciência nos Currículos Rumo a Abordagem Contextual

O ensino de ciências tem ganhado enfoque ao decorrer dos anos. A preocupação de pesquisadores e educadores sobre a compreensão NdC teve seu marco a partir de 1960 através dos estudos sobre a HFC. Autores como Matthews (2004) defendem a utilização de uma abordagem nessa perspectiva, por esta ser capaz de trazer atributos característicos da ciência, humanizando o trabalho científico, destacando que para que haja transformações no ensino a história deve ser vista além de mera cronologia. O autor ressalta e discute as

contribuições trazidas pelas ideias de Kuhn apresentando seu impacto no ensino de ciência, pois a concepção de Kuhn (1970) sobre paradigma trouxe uma nova percepção de ciência.

A utilização de uma abordagem histórica além de trazer os benefícios discutidos em seções anteriores buscou e busca romper com a concepção distorcida e estereotipada de ciência que tem se propagado ao longo dos anos através da utilização de modelos de ensino que atualmente são alvo de muitas críticas. Com o fim da Segunda Guerra Mundial novos modelos de ensino foram implantados com o intuito de formar novos cientistas. Em 1960 nos Estados Unidos iniciou-se o processo de mudança curricular no qual acreditava-se que a formação científica seria possível por meio de atividades que possibilitassem aos alunos percorrer um caminho semelhante ao percorrido pelos cientistas, esse modelo de ensino ficou conhecido como *Modelo de Aprendizagem por Descoberta* (STEWART; RUDOLPH, 2001).

Acreditava-se que o pensamento científico está direcionado a uma maneira de compreensão do mundo natural e seria nessa perspectiva de compreensão de mundo que as aulas de ciências estariam direcionadas, isso seria possível quando o aluno fosse exposto a problemas científicos. Tendo em vista que a resolução de problemas é um marco central no desenvolvimento do trabalho científico acreditava-se que compreender e estudar os problemas aproximam o aluno do fazer ciência (STEWART; RUDOLPH, 2001).

O paradigma de ensino-aprendizagem denominado de *Aprendizagem por Descoberta*, mais conhecido no Brasil por *Método da Redescoberta*, enfatizava o papel motivacional da experiência direta na aprendizagem dos alunos, a importância do descobrir por si mesmo, direcionando os planos de ensino para as habilidades de observação e conclusão. Por meio de tal modelo, pretendia-se fazer com que os alunos percorressem, de forma abreviada, nas aulas de ciências, um caminho semelhante ao percorrido pelos cientistas (SILVA, 2000).

Tal propósito agravou-se mais ainda quando se associou a ideia de uma metodologia de ensino voltada para a experiência direta, para a investigação e descoberta, aos modelos indutivistas de investigação científica, tal experiência era obtida através da utilização de “kits para cientistas”. Na década de 1970 foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) a qual acreditava que as crianças e adolescentes que tinham acesso aos “kits para cientistas” poderiam, através de seu interesse despertar o interesse de professores e outros estudantes para o desenvolvimento da ciência. Assim, a população em geral poderia apresentar uma visão apropriada do desenvolvimento científico (BERTERO, 1979).

A *Aprendizagem por Descoberta* acabou por contribuir para consolidar, no meio educacional, a concepção de método científico proposto por Bacon no século XVIII (SILVA,

2000). Como argumenta Silva (2000), por meio de tal modelo repassa-se aos alunos uma visão distorcida de ciência, estabelecendo-se a crença de que os conhecimentos científicos são construídos mediante um método único e preciso, ignorando-se, portanto, as contribuições da epistemologia moderna. Para Gil-Perez (1986), essa visão desconsidera a criatividade do trabalho científico, fomentando ainda a rigidez e intolerância com as opiniões diferentes.

Buscando romper com esse modelo de ensino que apesar de trabalhar uma participação ativa do aluno excluía o processo de reflexão, reduzindo o trabalho científico, é que em meados de 1980 e 1990 surgiu um novo movimento de ensino, o qual ficou conhecido como *Movimento das Concepções Alternativas*. Esse movimento buscou compreender as concepções dos alunos acerca de diversos conceitos científicos, pois a partir de então acreditava-se que o aluno não era apenas um receptor de informações ausente de conceitos prévios. Paralelo a esse movimento surgiu um novo modelo de ensino o *Modelo de Aprendizagem por Mudança Conceitual* tal modelo apresentava um viés construtivista ancorado nas ideias de Kuhn (1970), pois acreditava-se que assim como Kuhn (1970) propôs a ideia de paradigmas e mudanças de paradigmas na ciência, semelhantemente ocorria com as concepções dos alunos (MATTHEWS, 2004).

Precisava-se entender as concepções prévias dos alunos para que estas fossem modificadas de acordo com a construção de novos conceitos de caráter científico. Nessa perspectiva o objetivo desse movimento era trabalhar com as concepções dos estudantes transformando-as em conceitos científicos, a partir de então a ideia de “mudança conceitual” era equivalente a “aprender ciência” (MORTIMER, 1996; MATTHEWS, 2004). A proposta de considerar a aprendizagem em ciência como uma mudança conceitual fundamenta-se também, como observa Gil-Perez (1986), em certo paralelismo entre o desenvolvimento conceitual do indivíduo e a evolução histórica dos conhecimentos científicos. A mudança conceitual corresponderia a uma mudança de paradigma, de acordo com a terminologia de Kuhn (1970).

A ideia construtivista de mudança conceitual se perpetuou de tal maneira que em pouco tempo houve um relativo esgotamento das pesquisas sobre as concepções alternativas, sendo acrescentados de muitas críticas relativos a aspectos filosóficos, pedagógicos e educacionais. As críticas consistiam na defesa de que o construtivismo não conseguia se desligar do empirismo, como também ao radicalismo apresentado pelo construtivismo.

As críticas apresentadas por Mortimer (1996) às ideias construtivistas baseiam-se em: acreditar que a mudança conceitual do aluno se daria de acordo com a evolução histórica da

ciência ao longo dos anos, mantendo a crença que as ideias alternativas dos alunos se transformariam em ideias científicas desde que este aluno fosse colocado em conflito através da experimentação; a dificuldade apresentada pelos professores para atuar segundo os ideais construtivistas, a apropriação desses ideais acaba por vezes gerando uma ampliação dos conhecimentos que os alunos apresentam de um determinado fenômeno ou mesmo a organização de ideias do senso comum; o antagonismo das ideias prévias em relação aos conceitos científicos; abandonar as ideias prévias durante os processos de ensino e aprendizagem.

Mortimer (1996) acrescenta que mesmo que se o aluno conseguisse compreender novos conceitos científicos ele não abandonaria conceitos pré-existentes, e que ele se utilizaria dele sempre que jugasse necessário, em uma situação cotidiana, por exemplo, e tenderia a usar uma linguagem mais presente nos ideais do senso comum.

Silva e Núñez (2002) e Mortimer (1996) mostram que os modelos de *Aprendizagem por Descoberta* e de *Aprendizagem por Mudança Conceitual*, este último fortemente ancorado na concepção de Kuhn (1970) sobre mudanças de paradigma na ciência real, fracassaram ao tentar apresentar aos alunos concepções adequadas sobre a NdC. Tais modelos apresentavam grande foco na experimentação, repassando a concepção de ciências de natureza essencialmente empirista, deixando de lado outros aspectos relevantes.

Tendo em vista o movimento de elaboração e revisão dos modelos de ensino-aprendizagem, na área de ciência surge a necessidade de se pensar em novos currículos capazes de possibilitar melhor compreensão do fazer científico. Nesse contexto, ocorre o desenvolvimento de programas que focam na necessidade da população de compreender sobre ciência e garantir suas opiniões sobre diversos assuntos relacionados ao fazer científico, pois este atinge diretamente toda sociedade. Neste contexto o uso da HC torna-se um dos pilares na construção de currículos que possibilitem a compreensão NdC.

Matthews (1995) discute o novo Currículo Britânico de Ciências e o Projeto 2061 ¹ da Associação Americana para o progresso de Ciências (AAAS). Esses programas visam à introdução da História e Filosofia da Ciência (HFC) com o intuito de desenvolver habilidades

¹ O Projeto 2061 criado pela Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS) em 1985 foi responsável por estabelecer quais os conhecimentos a serem construídos pelas novas gerações para que estas fossem capazes de compreender e fazer permeando as áreas de Ciência, Matemática e Tecnologia, tal projeto os tornaria cientificamente alfabetizados. Este projeto vislumbrava que a Ciência estivesse disponível a todos. Assim ele define a alfabetização científica e estabelece alguns princípios para a aprendizagem e ensino eficazes. De maneira coerente, articula e conecta ideias fundamentais na ciência sem vocabulário técnico e detalhes densos. O Projeto 2061 define a alfabetização científica em grande escala, enfatizando as conexões entre ideias das ciências naturais e sociais, matemática e tecnologia. <http://www.project2061.org/publications/sfaa>

nos alunos, tais como: argumentação pautada em dados e provas científicas; consideração do contexto social, cultural, espiritual em que uma determinada teoria ou pensamento científico se desenvolveu e entendimento das mudanças e controvérsias do pensamento científico. O projeto buscava um curso de ciências mais contextualizado, histórico, filosófico e reflexivo.

No Brasil, de acordo com Gatti e Nardi (2016), apenas a partir de 1998 é que a HFC começou a ganhar enfoque como linha de pesquisa. Na fase introdutória dessa vertente de pesquisa as pessoas precisaram articular-se no país para pesquisar sobre questões que trabalhassem o ensino de ciências. Alguns pesquisadores da área logo se organizaram e desenvolveram atividades didáticas, palestras e cursos com essa abordagem. Assim começou a ideia de que a HFC poderia auxiliar na aprendizagem de ciências.

Logo começaram a surgir novas pesquisas relacionadas a essa temática, principalmente o uso de texto histórico para o ensino médio. Porém, várias pesquisas atestaram que o material didático por si só não seria capaz de promover essa compreensão nos alunos e teríamos que ir além, os professores precisam estar bem formados e capacitados e entendidos em história e filosofia para que pudessem ensinar. Percebeu-se que os próprios professores apresentavam visão deturpada sobre ciência por não terem esse arcabouço teórico e histórico, devido à ausência de reflexões durante seu processo de formação (GATTI; NARDI, 2016).

Gatti e Nardi (2016) apresentam ainda em seu trabalho as dificuldades para real implementação no ensino de aspectos característicos da HFC. Tais dificuldades estão relacionadas segundo os autores a: ausência de processos reflexivos; crença em uma ciência imutável e de verdades absolutas; crença dos professores em relação a HFC; ausência dessa abordagem nos currículos; utilização exclusiva dos livros didáticos que por vezes não contemplam de maneira efetiva essa abordagem.

Em busca de uma educação científica de qualidade surgiram estudos como o de Matthews (1995) relacionados a utilização da história e filosofia para o ensino de ciências. A história e filosofia no ensino de ciência originou o que se conhece como *Abordagem Contextual*. Consistindo em um ensino por meio de debates da própria ciência, a abordagem conceitual considera os aspectos históricos da ciência para ensinar ciência, abordando o contexto o qual a ciência se desenvolve tratando-se de questões sociais, econômicas, políticas, éticas, religiosas e culturais.

É através da abordagem contextual que se busca uma educação científica ancorada em aspectos históricos e filosóficos do conhecimento científico, com o objetivo de suplantando a fragmentação intelectual, partindo de uma educação em e sobre ciência, visando à

aplicação em sala de aula. Deste modo a abordagem contextual tem buscado focar no desenvolvimento histórico da ciência assim como suas implicações diante do contexto ao qual a ciência está inserida, a ideia principal é incluir no currículo relações que discutam uma concepção mais humana de ciências a partir de seu diálogo com o contexto (REIS, 2017).

Segundo Matthews (2002) e Oki (2006) a utilização da abordagem contextual melhora o ensino de ciências partindo de sua relação com outros temas, o que proporciona uma abordagem direcionada a uma alfabetização científica que ocorre através da compreensão da natureza da ciência, da inter-relação entre ciência e humanidade, além de relações como ciência e tecnologia não deixando de lado a compreensão sobre ética e o trabalho do cientista, deste modo formando um cidadão crítico e reflexivo. Pensando no processo de alfabetização científica, Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009) apresentam a importância da compreensão sobre a Natureza da Ciência nesse processo, partindo da utilização da abordagem contextual no ensino de ciência na tentativa de reduzir as altas taxas de analfabetismo científico e a evasão de alunos e professores das salas de aula de ciências.

Marques (2015) discute sobre a importância da história da ciência no processo de escolarização, tal abordagem tem o papel de mostrar aos estudantes como ocorrem os processos de evoluções de ideias, como também as descobertas e produção de conhecimento. É nesse sentido que conhecer aspectos históricos torna-se relevante para o ensino, pois além de construir conhecimento científico, conhece-se sobre ciência, percebendo que ela propõe enunciados verificáveis, mas não verdades imutáveis.

Freire Jr. (2002) destaca que dentre os compromissos presentes em uma educação podemos destacar as contribuições sobre o conteúdo da disciplina científica, deste modo podemos perceber suas limitações, sua metodologia e seu desenvolvimento histórico, além de que através dessa abordagem pode-se relacionar questões de assuntos específicos que estão ligados à aspectos religiosos, culturais e éticos. Assim, o ensino de ciência não deve ser apenas um “treino” de formulas e cálculos científico, mas o ensino deve ser voltado a uma educação sobre ciências. Deste modo a Abordagem Contextual busca uma educação que forneça as pessoas subsídios para a compreensão do papel da ciência na sociedade.

Para Martins (1998), a história pode ser utilizada como instrumento didático, que contribui para tornar o ensino de ciências mais interessante, além de facilitar sua aprendizagem. O autor ressalta que a utilização da história da ciência possibilita o desenvolvimento do espírito crítico, deste como gerando uma concepção desmistificada sobre o conhecimento científico, sem que este perca seu valor. Assim, o estudo de história busca evitar uma visão ingênua de ciência.

Documentos oficiais como as Diretrizes Curriculares Nacionais (2013) mostram a importância de entender o conhecimento científico coerente ao seu tempo e espaço, compreendendo assim, o que é ciência, qual sua história e a quem ela se destina. Tal abordagem busca desenvolver habilidades segundo as especificidades do desenvolvimento humano, levando em consideração aspectos intelectuais, sociais e políticos.

Entendemos as contribuições da utilização da abordagem contextual na compreensão sobre a Natureza da Ciência assim como do próprio conceito científico, mas é importante entender como a utilização dessa abordagem está disposta na literaturas, quais as possibilidades de utilização dessa abordagem. Assim, Tavares (2010), baseado nas ideias de Pessoa Jr. (1996), afirma que a utilização da história no ensino de ciência está relacionado a concepção do professor. Deste modo a utilização da abordagem contextual seria indicado a professores que desejassem delinear as diferentes transições teóricas-metodológicas que a ciência sofreu ao longo dos anos, ressaltando que tal enfoque de ensino contempla algumas particularidades das quais podemos citar: o conteúdo a ser trabalhado, o nível escolar, o grau de ênfase da História da Ciência e por fim qual o tipo de abordagem histórica.

Considerado os tipos de abordagens históricas, Tavares (2010) de acordo com Pessoa Jr. (1996), apresenta algumas tendências evidenciadas na literatura, de acordo com o autor a abordagem contextual pode ser caracterizada por apresentar tais características:

Internalista de longo prazo – Tal abordagem pode ser encontrada comumente em manuais didáticos, onde a História da Ciência é trabalhada a partir de episódios que mostram evolução dos conceitos científicos como uma sequência de fatos, organizados de maneira cronológica. Essa abordagem acabar por propagar a ideia de Ciência linear, não levando em consideração aspectos extra científicos como, por exemplo, aspectos sociais, econômicos e políticos.

Perfil epistemológico dos cientistas – Nessa abordagem o cientista é discutido quanto à elaboração de ideias, conceitos, teorias, como ocorrem as descobertas, os personagens históricos com quem eles dialogaram, os equívocos, as dúvidas e os erros cometidos, as interpretações equivocadas dos fenômenos e as controvérsias que se depararam.

Externalista ou social da ciência – Na abordagem externalista, diferentemente do que acontece na internalista, são considerados aspectos sociais, políticos econômicos, bem como as necessidades tecnológicas e os países que eram o centro científico em uma determinada época. A utilização de tal abordagem leva os sujeitos a refletirem sobre as questões extras científicas que influenciaram diretamente no fazer ciência, mostrando também os interesses e anseios de cada época.

História a partir de textos originais – Essa abordagem consiste na leitura e discussão de textos originais escritos por cientista do passado, tais textos podem estar traduzidos ou não. Os textos originais são conhecidos como fontes primárias. Segundo Tavares (2010) a utilização dos textos originais possibilitam ao aluno a compreensão de ciência como não sendo regida por fórmulas, cálculos, verdades e termos científicos difíceis, mas pontos importantes podem ser tratados como o erro na ciências, questões políticas e sociais, a busca por estudo de outros cientistas para o embasamento e a própria reflexão.

Reconstrução da História da Ciência a partir de teorias de dinâmica científica – Nessa abordagem procura-se compreender como ocorre o desenvolvimento da ciência partindo de uma perspectiva epistemológica. Para tanto, são tomadas como base teorias sobre a evolução científicas como descritas por Thomaz Kuhn (1998), Lakatos (1989), Popper (1985), dentre outros epistemólogos. Essa abordagem busca romper com concepções alternativas e estereotipadas de ciência.

Antigos instrumentos científicos - Tal abordagem tem por finalidade resgatar a parte histórica dos experimentos, seja por o uso de slides ou por meio da construção de instrumentos científicos, possibilitando a reconstrução de experimentos realizados por alguns cientistas. Ressaltando que os experimentos realizados não são necessariamente iguais ao dos cientistas do passado, todavia trabalham com o mesmo princípio.

Tavares (2010) defende que cada professor pode em seu trabalho ir além de um único tipo de abordagem, deste modo ele pode utilizar diferentes tipos de abordagem, promovendo assim uma construção mais ampla e complexa do conhecimento científico. Destaca que a História da Ciência é uma campo rico ao permitir múltiplas possibilidades de desenvolvimento no contexto educacional, portanto cabe ao docente planejar sua aula utilizando a abordagem que melhor atingirá seus objetivos.

2.4 - Sequência de Ensino-Aprendizagem

Compreendendo a importância da alfabetização científica e partindo da abordagem contextual para o ensino de ciências, apresentamos neste trabalho o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) baseada em tal abordagem. Mostrando as dimensões que caracterizam uma SEA de acordo com o modelo proposto por Méheut (2005).

Segundo Méheut (2005), a construção de sequências de aulas visando a formação de um currículo curto que tem como o objetivo a melhoria e eficácia nos processos de ensino e aprendizagem são conhecidas como *Sequência de Ensino-Aprendizagem* (SEA). As SEA surgiram como alternativa viável para a melhoria do ensino de ciências por buscar relações

entre os alunos e a ciência. Para melhor eficácia da SEA o autor sugere duas dimensões de análise: *Dimensão Epistemológica*, o pesquisador analisa a gênese do conhecimento científico; *Dimensão Pedagógica*, leva em consideração as relações entre professor-aluno. Méheut (2005) apresenta um modelo de losango didático que mostra essas dimensões que devem ser consideradas na construção e validação de uma SEA.

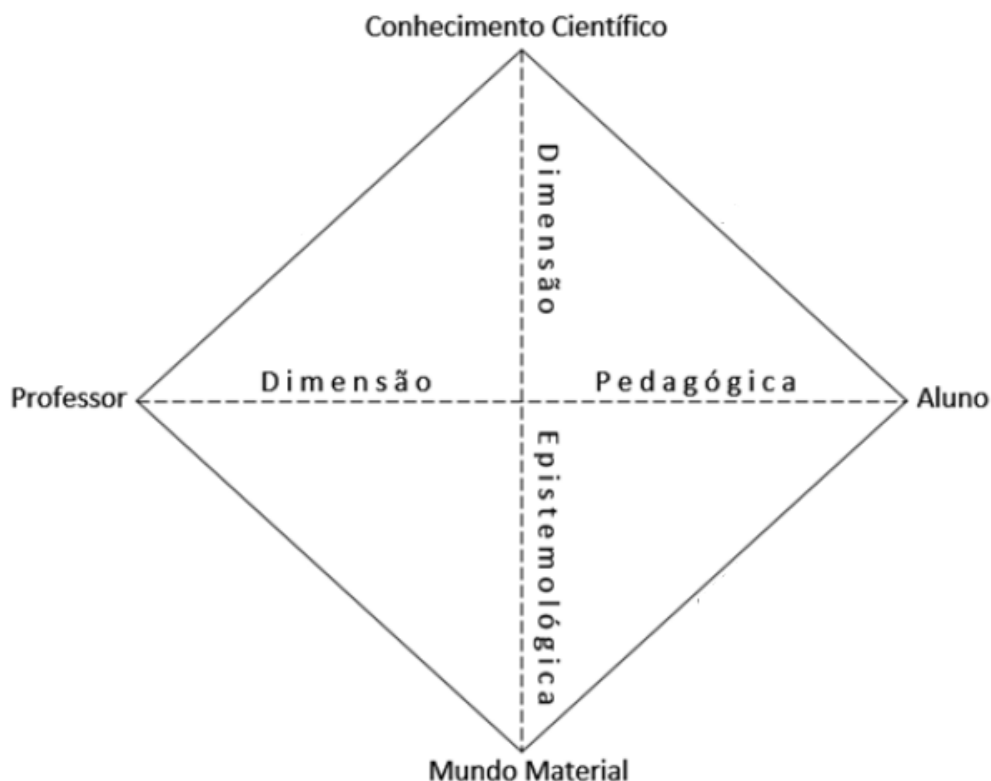


Figura 01: Representação adaptada do losango didático (MENEZES, 2016).

O eixo vertical é representado pela dimensão epistemológica; nela o conhecimento científico se relaciona interagindo com o mundo material. Neste eixo encontramos algumas suposições sobre os processos e métodos de elaboração e validação do conhecimento científico. O eixo horizontal representa a dimensão pedagógica, onde encontramos as escolhas que permeiam o papel do professor e os tipos de interações que ocorrem entre professor e aluno. Através da análise do losango didático podemos refletir sobre as interações que alunos e professores fazem com o conhecimento científico e como esse conhecimento interfere no mundo material, além das relações professor-aluno e entre os próprios alunos.

Menezes (2016) mostra em seu trabalho a estreita relação presente entre *conhecimento científico* e *mundo material* no losango sugerido por Méheut. O autor ressalta “que uma das formas mais efetivas de estabelecer relações entre conceito e contexto pode vir com a abordagem de temas significativos” (MENEZES, 2016, p.22). Nessa perspectiva a

utilização de uma abordagem conceitual no desenvolvimento da SEA busca desenvolver a compreensão sobre a natureza da ciência partindo de fatos históricos.

CAPÍTULO III

SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM: ELABORAÇÃO E DESAFIOS.

Neste capítulo buscamos apresentar como a Sequência de Ensino-Aprendizagem foi elaborada, mostrando as etapas que a compõem e quais teóricos foram tomados como referência na sua construção. Seguindo das dificuldades encontradas na produção da SEA partindo da Abordagem Contextual de acordo com as categorias de Forato, Pietricola e Martins (2011). Ressaltamos ainda como os episódios selecionados contribuíram no processo de alfabetização científica e finalizamos apresentando a estrutura da SEA com detalhes das aulas.

3.1 - Elaboração da Sequência de Ensino-Aprendizagem

A SEA foi elaborada partindo de uma abordagem histórica por meio da qual foram trabalhados os conceitos envolvidos no tema radioatividade. Nessa perspectiva, refletiu-se sobre as seguintes questões: O que podemos caracterizar como Ciência? O que diferencia esse conhecimento dos demais? Que características da ciência o evento histórico selecionado teria o potencial de evidenciar? Para responder tais questões tomou-se como referência as concepções de ciência apresentadas por Cobern e Loving (2001) e Niaz (2001):

1. *Relação Teoria e Dado* - Os dados oriundos dos testes empíricos devem ser interpretados através de um arcabouço teórico. Deste modo, o cientista deve utilizar-se da teoria para lançar seu olhar sobre os dados.
2. *Descrição e Explicação* – A Ciência busca explicar cuidadosamente como as coisas funcionam descrevendo os processos que as envolvem. As explicações são tecidas em um sistema de reflexões baseadas em teorias.
3. *Relação Causa e Efeito* – A Ciência pressupõe as relações existentes entre as causas e efeitos tratando-se do estudo de fenômenos.
4. *Construção Coletiva* - A Ciência faz parte de uma construção na qual os fazeres científicos não são isolados, suas qualificações são determinadas por uma comunidade científica. Os conhecimentos são fruto de discussões e argumentações.

Apresentando esta última característica, os autores discutem que simplesmente mostrar uma ideia que se encaixa em todos os parâmetros que, em linhas gerais, caracterizam a ciência, não a tornará científica até que seja julgada pela comunidade de cientistas; dito de outra forma, não há um relato perfeito de ciência que represente

claramente toda a ciência, o passado e o presente, e assim, elimine os esforços que os cientistas envidam na validação e legitimação dos conhecimentos. A comunidade de cientistas é uma comunidade que se funda no princípio de que o conhecimento científico deve ser tornado público e resista ao escrutínio e aos testes propostos por tal comunidade.

Nessa perspectiva, Kelly (2005) argumenta que a ciência deve ser compreendida como uma prática situada socialmente, em que os cientistas elaboram e negociam valores para o que pode ser considerado como boas questões, bem como métodos e respostas adequados. Tal concepção de Ciência é ancorada principalmente em estudos da Filosofia da Ciência (por exemplo, BROWN, 1977; LONGINO, 1990) e estudos sociológicos da Ciência profissional, os quais apresentam descrições de investigações científicas reais, conduzidas em laboratórios (por exemplo, LATOUR, 1987; LATOUR; WOOLGAR, 1986). Tais estudos evidenciam que o processo pelo qual os cientistas geram e validam conhecimentos emerge de compromissos epistemológicos para o que conta como conhecimento em um determinado grupo científico.

O autor apresenta o conceito de práticas epistêmicas, as quais devem ser entendidas como “atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento” (2005, p. 02). As práticas epistêmicas representam formas específicas com que membros de uma comunidade inferem, justificam, avaliam e legitimam ao longo do processo de construção do conhecimento. Tal conceito evidencia o importante papel de uma comunidade de prática qualquer na decisão do que conta como conhecimento e como formas adequadas de construí-lo e isso deve iluminar as atividades em ambiente escolar no sentido de contribuir para uma percepção adequada acerca da Natureza da Ciência e do conhecimento científico.

Além das características que representam a Natureza da Ciência citadas por Cobern e Loving (2001), existem algumas outras que são ressaltadas por Niaz (2001), Gil Pérez et al., (2001), Aikenhead (1985):

1. As defesas científicas podem ser verídicas ou não;
2. O progresso científico ocorre através do confronto de teorias;
3. Cientistas distintos podem apresentar interpretações diferentes para um mesmo conjunto de dados;
4. Os cientistas às vezes podem basear-se em fundamentações inconsistentes;
5. A ciência influencia e é influenciada pela sociedade;
6. Na produção científica são considerados interesses sociais, econômicos, religiosos e políticos.

Diante as características da Ciência apresentadas por Cobern e Loving (2001) e Niaz (2001), Gil Pérez et al., (2001), Aikenhead (1985) acerca da natureza da Ciência, nesta SEA

buscou-se destacar algumas que podem ser bem exploradas tendo-se em vista o evento histórico que focalizamos:

1. A relação existente entre as Teorias e os Dados;
2. A Ciência não possuidora de verdades absolutas;
3. A presença de uma comunidade científica, de forma que o fazer científico não ocorre isoladamente.
4. Os cientistas às vezes podem basear-se em fundamentações inconsistentes.
5. A ciência influencia e é influenciada pela sociedade;
6. Na produção científica são considerados interesses sociais, econômicos, religiosos e políticos.

Quando pensamos em ciência numa perspectiva empírica não podemos deixar de lado que a experimentação não ocorre do nada, para tanto é necessário a presença de outros elementos nesse processo como, por exemplo, a elaboração de hipóteses, reflexões e observação de fenômenos; etapas estas fundamentais no desenvolvimento desse processo e que também foram evidenciadas durante a construção e aplicação da SEA. Nessa perspectiva, o objetivo principal da SEA é proporcionar aos alunos a compreensão de aspectos fundamentais da Natureza da Ciência, por meio de uma abordagem histórica desenvolvida ao longo da evolução de conceitos envolvidos no tema radioatividade destacando o episódio de descoberta.

Partindo do objetivo traçado, foram selecionados conteúdos para compor a SEA e que foram trabalhados durante seu desenvolvimento. A tabela 03 apresenta a ordem em que os conteúdos selecionados foram trabalhados.

Tabela 03: Conteúdos utilizados na elaboração da SEA

Ordem	Conteúdo
1º	Radiação (Eletromagnética e corpuscular)
2º	Comprimento e frequência de Onda
3º	História da descoberta dos Raios X e da Radioatividade
4º	Radioatividade
5º	Partículas α , β e γ
6º	Fissão Nuclear
7º	Fusão Nuclear
8º	Tempo de meia-vida
9º	Reações nucleares
10º	Aspectos sociais e econômicos da vida dos cientistas Henri Becquerel (1852-1908) e Marie Curie (1867-1934).

A SEA tem a duração aproximada de 15 horas/aula e foi inspirada nas orientações de Aikenhead (1990) para os conteúdos dos cursos CTS. Ressaltamos que o foco desta sequência não é uma abordagem CTS, mas a Abordagem Contextual, todavia as

orientações de Aikenhead (1990) serviram de inspiração para estruturação desta SEA. Santos e Schnetzler (2014) mostram como Aikenhead (1990) resumiu os conteúdos referentes a cursos numa abordagem CTS nos seguintes tópicos:

- 1- Interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;
- 2- Desenvolvimentos dos processos tecnológicos;
- 3- Temas sociais que abordem a ciência e tecnologia;
- 4- Aspectos históricos e filosóficos da ciência;
- 5- Aspectos sociais de interesse da comunidade científica.

Assim, esta SEA iniciou-se partindo de uma questão problematizadora que abordava o acidente radioativo ocorrido em Goiânia com o isótopo Césio 137, onde estabelece a relação ciência, tecnologia e sociedade. Após, a SEA segue na direção da construção de conceitos fundamentais para a compreensão do fenômeno da radioatividade; tais conceitos são: Radiação e comprimento e frequência de onda. Em seguida, é contemplado aspectos históricos da descoberta dos raios X e da radioatividade, compreendendo tais fenômenos, retomando assim para a discussão inicial sobre o acidente radioativo com o Césio 137. Finalizando com a compreensão de aspectos sociais e econômicos da vida dos cientistas Henri Becquerel (1852-1908) e Marie Curie (1867-1934), ressaltando os aspectos sociais de interesse da comunidade científica.

A organização das aulas de acordo com os tópicos sugeridos por Aikenhead (1990) está apresentada na tabela abaixo:

Tabela 04: Organização das aulas de acordo com Aikenhead (1990), atividades desenvolvidas e materiais utilizados.

Momentos Pedagógicos	Nº de Aulas	Atividades Desenvolvidas	Materiais Utilizados
Interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Partindo de problema social	01	Aplicação do questionário de concepções-prévias; Leitura da questão problematizadora: Essa questão é caracterizada por um pequeno texto sobre o acidente radioativo com o isótopo Césio 137.	Questionários, data show e computador.
Aspectos históricos e filosóficos da ciência.	05	Construção do conceito de radiação (eletromagnética, corpuscular e gravitacional)	Data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.
		Construção do conceito comprimento (λ) e frequência (f) de onda.	Data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.
		Leitura e discussão do texto: <i>Descoberta dos raios X</i> . Construção do conceito de raios X. Aplicação de questionário pós-texto.	Texto, questionário, data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.

		Leitura e discussão do texto: <i>Afinal, quem descobriu a radioatividade?</i> Construção do conceito de Radioatividade. Aplicação de questionário pós-texto.	Texto, questionário, data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.
		Construção dos conceitos de: partículas α , β e γ , fissão nuclear, fusão nuclear, tempo de meia-vida e reações nucleares.	Data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.
Interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Retomada do problema social	02	Discussão da aplicação da radioatividade na medicina. Leitura e discussão do texto: <i>Perigos do descarte incorreto de lixo hospitalar radioativo</i> Aplicação de questionário pós-texto	Texto, questionário, data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.
		Aplicação e discussão do questionário avaliativo.	Questionário, data show e computador.
Aspectos sociais e de interesse da comunidade científica	01	Leitura e discussão do texto: <i>O cientista por trás da descoberta.</i> Aplicação do questionário avaliativo.	Texto, questionário, data show e computador, quadro branco, pincel e apagador.

Como apresentado na tabela, a SEA é iniciada pela Interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Neste momento foi possível a identificação das concepções prévias dos alunos sobre: ciência, radiação, radioatividade e raios X, seguido da discussão da questão problematizadora que aborda o acidente radioativo nuclear em Goiânia com o isótopo Césio 137.

O segundo momento é caracterizado pela abordagem de aspectos históricos e filosóficos da ciência, e pela construção dos conceitos de radiação, comprimento e frequência de onda, radioatividade, reações nucleares, fissão e fusão, tempo de meia-vida. Como também a leitura e discussão dos textos: *Descoberta dos raios X* e *Afinal, quem descobriu a radioatividade?*

No texto *Descoberta dos raios X* são abordados os experimentos, hipóteses e conclusões apresentadas por Roentgen (1845-1923) no processo de descoberta dos raios X. O texto *Afinal, quem descobriu a radioatividade?* propõe uma discussão acerca do autor da descoberta da radioatividade, onde são apresentados os experimentos, hipótese e conclusões dos pesquisadores Henri Becquerel (1852-1908) e Marie Curie (1867-1934).

O terceiro momento é caracterizado pela *Interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade*. Nele é possível a discussão sobre a aplicação da radioatividade na medicina. Ainda neste momento é realizada a leitura e discussão do texto *Perigos dos descarte*

incorreto de lixo hospitalar radioativo. O texto aborda informações sobre o acidente radioativo nuclear que ocorreu em Goiânia com o isótopo radioativo Césio 137, que resultou da imprudência no descarte incorreto do lixo hospitalar que continha tal isótopo.

O quarto momento é caracterizado pela abordagem de *Aspectos sociais e de interesse da comunidade científica*, contemplando a leitura e discussão do texto *O cientista por trás da descoberta*, esse texto apresenta aspectos sociais, econômicos e políticos da França, no final do século XIX e início do século XX, como aspectos pessoais da vida dos cientistas Henri Becquerel (1852-1908) e Marie Curie (1867-1934), ressaltando seus interesses e ideais, ressaltando como tais influenciaram no desenvolvimento da ciência, assim como suas relações com a comunidade científica.

3.2 - Desafios na elaboração da SEA

Quando pensamos na transposição didática e na construção de saberes escolares, reconhecemos a necessidade de adequar os saberes espontâneos à realidade escolar. Para tanto são construídos materiais didáticos com o intuito de auxiliar na construção de saberes científicos. Todavia, a elaboração de materiais didáticos que abordam uma perspectiva histórica é caracterizada por alguns desafios, os quais serão pontuados aqui baseados nas ideias de Forato, Pietricola e Martins (2011).

O primeiro desafio de acordo com os autores na produção de materiais didáticos que apresentam uma abordagem histórica é a *Seleção do Conteúdo Histórico*. Os autores ressaltam que essa seleção requer uma escolha de tópicos da HC que abordem características que podem gerar discussões que alcancem os objetivos pedagógicos e epistemológicos. Os autores ressaltam também a importância desse conteúdo adequar-se aos condicionantes de ensino partindo da ideia que este deve abordar aspectos favoráveis ao trabalho do professor. Como descrito por Forato, Pietricola e Martins (2011) a seleção do conteúdo histórico não é tão fácil assim.

Para tanto deve-se levar diversos fatores em consideração na elaboração da SEA que vos apresento. Busquei então um conteúdo capaz de abordar características marcantes do trabalho científico, para que através deste os alunos pudessem chegar à discussões acerca da Natureza da Ciência atingindo os objetivos pedagógicos e epistemológicos citados pelos autores. A escolha do tema radioatividade ocorreu devido a suas peculiaridades tanto na história a qual apresenta uma controvérsia quanto o autor de tal feito, assim como a presença feminina e os interesses da própria comunidade científica. Quanto ao desenvolvimento atual deste conceito nas salas de aulas, normalmente é abordado de forma superficial pelos professores como descrito por Pinto e Marques (2010) e Pelicho (2009).

O segundo desafio segundo os autores consiste no *Tempo Didático*. Os autores definem o tempo didático como, “tempo disponível em sala de aula para abordar o conteúdo histórico selecionado” (FORATO; PIETRICOLA; MARTINS, 2011, p. 45). Os autores ressaltam a dificuldade que consiste em viabilizar o conteúdo histórico ao tempo didático de cada contexto, afirmando que para desenvolver atividades adequadas para trabalhar tais conteúdos requer do professor tanto o conhecimento conceitual quanto o histórico e epistemológico da ciência. Outro ponto destacado pelos autores em relação ao tempo didático está relacionado intimamente à seleção do conteúdo histórico, pois a depender da complexidade do episódio histórico escolhido pode-se requerer mais ou menos tempo para que os alunos compreendam os elementos envolvidos.

Tratando-se de tempo didático este sempre será visto como um desafio quando falamos do sistema educacional brasileiro, nossos currículos encharcados de conteúdos nos leva por vezes a escolher o que consideramos mais importante. Portanto, para a elaboração da SEA o tempo didático também foi considerado, assim foi necessária realizar uma seleção de episódios, sintetizando ao máximo os tópicos sem perder a coerência entre os mesmos.

O terceiro desafio apresentado é a *Simplificação e Omissão*. Os autores afirmam que deve-se analisar os objetivos epistemológicos para que selecione-se os elementos do episódio histórico que deva ser entendido com maior profundidade. Nessa perspectiva, deve-se escolher o que será ressaltado e o que será omitido, de modo a analisar os detalhes sem comprometer a qualidade da narrativa histórica. Os autores alertam quanto à omissão de detalhes, criando uma narrativa excessivamente superficial, pois esta pode comprometer a compreensão do ser e fazer ciência.

No desenvolvimento da SEA proposta neste trabalho buscou-se a omissão e simplificação de alguns detalhes, não só complexidade da história em si, como também pelo tempo didático disponível, que seria inviável se todos os detalhes fossem abordados. Para tanto, buscou-se evitar que as omissões e simplificações gerassem outro sentido aos fatos, propagando um ideia errônea de ciência, minimizando o que Forato, Pietricola e Martins (2011) chamam de “narrativas tendenciosas”.

O quarto desafio consiste no *Relativismo*. Os autores chamam atenção que deve-se buscar evitar o relativismo, ou seja, evitar fazer uma abordagem na qual os alunos interpretem as diversas teorias que explicam um fenômeno como opiniões pessoais. Na busca de evitar tal relativismo, tentou-se na construção da SEA, ressaltar que as teorias são frutos de reflexões e investigações e não apenas opiniões sobre o fato.

O quinto desafio está relacionado à *Inadequação de Trabalhos Históricos Especializados*. Os autores afirmam que a dificuldade de construir saberes sobre a HC

ocorre devido à ausência de trabalhos de historiadores que sejam voltados para o ensino de ciências. A maioria dos trabalhos produzidos por historiadores de ciências caracterizam-se por escritos que apresentam uma conjuntura que segundo os autores são desinteressantes para o aluno da educação básica. Ressaltam também, que a inserção de trechos da história primária pode desenvolver o interesse do aluno por colocá-lo diante do que foi escrito pelos próprios teóricos da ciência. Neste sentido, buscou-se trabalhar com textos secundários que apresentam transcrições dos textos primários, mas buscando sempre apresentar uma vigilância quanto às informações contidas, evitando uma interpretação distorcida do fato.

Por fim, o sexto desafio encontrado baseado nas ideias de Forato, Pietricola e Martins (2011), refere-se aos *Supostos Benefícios das Reconstruções Históricas Lineares*. Os autores ressaltam o uso ingênuo da história em livros didáticos, onde os fatos são alinhados criando uma sequência ideal para ensinar os conceitos científicos, todavia os prejuízos trazidos por essas versões são inegáveis. Durante a construção da SEA analisamos livros didáticos e nos deparamos com tal desafio; a história apresentada dispunha de um caráter linear, o fatos históricos eram dispostos em pequenos trechos nos boxes das páginas e em alguns livros não pôde ser observado nenhum resquício de histórico.

3.3 – Descoberta da Radioatividade: Possibilitando a Compreensão Acerca da Natureza da Ciência.

Para melhor compreensão acerca dos fatores presentes no episódio da descoberta da Radioatividade que contribuem para a compreensão da NdC, apresentaremos um breve resumo histórico desse episódio.

Em 1895 Wilhelm Roentgen (1845-1923) estudava os raios catódicos através de uma ampola desenvolvida por William Crookes (1832-1919) em 1860. Hoje sabemos que os raios catódicos são feixes de elétrons. O objetivo da ampola era o estudo da condutibilidade dos gases a baixa pressão. A ampola era construída com vidro ou quartzo, onde em suas extremidades haviam dois eletrodos, um carregado positivamente (ânodo) e o outro carregando negativamente (cátodo), os eletrodos estavam ligados a uma fonte elétrica (CHASSOT, 1995).

Em um de seus experimentos Roentgen observou que uma placa recoberta por platinocianeto de bário, que estava próxima à ampola, começou a emitir uma baixa luminosidade conhecida como fluorescência. Através de seus experimentos Roentgen percebeu que a luminosidade da placa estava relacionada ao funcionamento da ampola proposta por Crookes, pois todas as vezes que a ampola era ligada a placa apresentava

luminosidade e esse fenômeno cessava todas as vezes que a ampola era desligada (CHASSOT, 1995).

A partir de então, Roentgen percebeu que estava diante de um novo tipo de radiação, diferente dos raios catódicos que compunham seu experimento. Pois era de conhecimento dos cientistas da época que os raios catódicos não tinham grande poder de penetração e no ar rapidamente seriam absorvidos. Diante desta observação Roentgen se dedicou a compreender as propriedades desse novo tipo de radiação a qual denominou de raios X. Ele observou que essa radiação era produzida através da colisão dos raios catódicos com o fundo da ampola, o que gerava luminescência nessa região. Através de seus experimentos concluiu que diferentemente dos raios catódicos, os raios X tinham grande poder de penetração, causavam manchas em chapas fotográficas e apenas chumbo era capaz de barrar essa radiação (CHASSOT, 1995).

Em um de seus experimentos Roentgen (1845-1923) conseguiu ver os ossos da mão de sua esposa e essa foi a primeira radiografia tirada. A descoberta de Roentgen (1845-1923) trouxe grandes contribuições para a medicina, pois a partir de então não seriam necessários incisões cirúrgicas para identificar fratura em osso. Isso ocorreu em uma época em que se acreditava em uma relação íntima entre o corpo e a alma, assim a alma passaria pelos mesmos processos que o corpo, no caso de uma incisão cirúrgica (CHASSOT, 1995).

Neste episódio histórico estão evidentes as contribuições de Roentgen para a descoberta dos raios X, porém analisar qual cientista é responsável pela descoberta de um fenômeno não é tarefa fácil. Principalmente porque, na História da Química podemos observar que quando falamos sobre descobertas existem algumas controvérsias, as quais nos fazem refletir sobre a nossa percepção acerca da descoberta, entendendo-a como processo de elaboração conceitual. Na descoberta do oxigênio houve grande discussão acerca de qual pesquisador o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), o inglês Joseph Priestley (1733-1804) ou o francês Antoine Lavoisier (1743-1894), realmente teria realizado esse feito. Assim como a descoberta do oxigênio (SILVA; SILVA, 2014) a descoberta da Radioatividade também apresenta suas controvérsias, nessa perspectiva apresentamos um resumo desse episódio histórico para melhor compreensão dos fatos.

No final do século XIX, a descoberta realizada por Roentgen (1845-1923) sobre os raios X causou grande repercussão no meio da comunidade científica da época, o que levou vários cientistas a desenvolver experimentos que auxiliassem na compreensão desse novo fenômeno. Diante disso várias hipóteses foram elaboradas visando explicar as características desse fenômeno; destacamos a hipótese apresentada por Poincaré, que acreditava que a emissão de raios X estava associada diretamente ao fenômeno de

luminescência de modo que os raios X eram emitidos por materiais fluorescentes independentemente da origem da fluorescência. Atualmente sabemos que a fluorescência de compostos não está associada com a emissão de raios X (MARTINS, 1990).

Todavia essa hipótese serviu para mobilizar diversas pesquisas na época; por exemplo, a pesquisa desenvolvida por Henri Becquerel (1852-1908) que seguiu a proposta de Poincaré (1854-1912), e investigou o comportamento de corpos fluorescentes para compreender a natureza da origem dos raios X. Becquerel (1852-1908) trabalhou com diversos compostos que apresentavam em comum o fenômeno da fluorescência, dentre eles os compostos de urânio. Ele reproduziu os experimentos desenvolvidos por Charles Henry (1870-1931) e Gaston Niewenglowski realizados com materiais fluorescentes e chapas fotográficas (MARTINS, 1990).

No experimento chapas fotográficas eram envoltas em várias camadas de papel negro e permaneciam intactas mesmo quando expostas ao sol, mas eram impressionadas se, além disso, sobre elas fossem colocadas lâminas de vidro com substâncias fluorescentes, tais como sulfeto de zinco ou cálcio. Becquerel ponderou que, ao expor um sal de urânio ao sol, este receberia radiação solar e emitiria luminosidade, que causaria manchas em chapas fotográficas envoltas em papel grosso. Ao revelar as chapas Becquerel percebeu a presença de manchas como havia imaginado, deste modo resolveu apresentar seus resultados a comunidade científica (MARTINS, 1990).

No dia que tentara repetir o experimento estava nublado, então, ele resolveu guardar os sais de urânio sobre uma chapa fotográfica que estava envolta por um envelope preto. Por não serem expostos a radiação solar, Becquerel acreditava que os sais não poderiam causar manchas na chapa fotográfica. Todavia, o resultado o surpreendeu e ele pode observar que os sais de urânio provocaram uma mancha ainda mais intensa que no experimento em que as mesmas foram expostas a radiação solar. Deste modo Becquerel levantou a hipótese de que estava diante de um novo tipo de radiação emitida pelos sais de urânio, todavia ele relacionou esse fenômeno à existência de uma “fluorescência invisível” que assim como os raios X seria capaz de causar manchas em chapas fotográficas, mesmo se estas não fossem expostas a radiação solar. Becquerel seguiu seus experimentos com diversos compostos de urânio inclusive com o urânio metálico e notou que o fenômeno se repetia. Essa radiação ficou conhecida como raios de Becquerel (MARTINS, 1990).

A pesquisadora Marie Sklodowska Curie (1867-1934) continuou a pesquisa realizada por Henri Becquerel sobre a radiação emitida pelos sais de urânio em 1898. Ao estudar os sais de tório e urânio Marie percebeu que os raios emitidos pelos compostos, poderiam ser explicados por uma propriedade atômica e não tinha relação com fluorescência como

Becquerel havia proposto. Tal constatação foi possível pois a pesquisadora utilizou metodologias diferentes de Becquerel. Destacamos o fato das diversas interpretações para o mesmo fenômeno, recorrente do fazer científico. Deste modo, através das análises e observações realizadas por Marie, foi possível um direcionamento aos compostos radioativos.

Os raios urânicos foram frequentemente chamados raios de Becquerel. Pode-se generalizar esse nome, aplicando-o não apenas aos raios urânicos, mas também aos raios tóxicos e a todas as radiações semelhantes. Chamarei de radioativas as substâncias que emitem raios de Becquerel. O nome de hiperfosforescência, que foi proposto para o fenômeno, parece-me dar uma falsa ideia de sua natureza. (CURIE, 1899, p. 42 apud MARTINS, 1990, p. 40).

Pesquisadores como Ernest Rutherford (1871-1937) deram continuidade aos estudos de Marie e descobriram outras características do fenômeno que Marie denominava de radiatividade. Rutherford (1871-1937) estudou as propriedades elétricas da radiação emitida pelos átomos e identificou a emissão de partículas as quais denominou de alfa (a partícula carregada positivamente) e beta (a partícula carregada negativamente). Foi através dos estudos sobre radioatividade que ele percebeu a descontinuidade da matéria, e através de novos experimentos propôs também um novo modelo atômico (MARTINS, 1990; CHASSOT, 1995).

De acordo com o fato histórico apresentado, Martins (1990) busca promover uma reflexão acerca da descoberta da Radioatividade, pois há defesas que a descoberta desse fenômeno foi realizada por Becquerel por este ser o primeiro a depara-se com o fenômeno. Mas o que o autor defende é que as descobertas não são caracterizadas apenas pela observação do fenômeno, mas pela observação e interpretação mais cabível a ele e nessa perspectiva a descoberta da radioatividade deve ser destinada a Marie Curie.

Podemos observar que o fato histórico que aborda a descoberta da radioatividade tem potencial para promover discussões que auxiliem ao aluno na compreensão acerca da NdC. Fato este considerado na elaboração da SEA. A utilização desse episódio possibilita a abertura de espaços para os alunos apresentarem suas concepções partindo do conhecimento da História da Ciência e a partir dele refletir acerca do que é caracterizado como descoberta. Durante a aplicação da SEA buscamos levar aos alunos as discussões apresentadas por Martins (1990) deixando-os livres para expor suas concepções acerca dessa descoberta e se posicionarem diante de quem seria considerado o descobridor da Radioatividade.

3.4 – Acidente Radioativo em Goiânia: Uma discussão Sobre as Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O mês de setembro de 1987 foi caracterizado pelo início do que foi considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior acidente radioativo do mundo fora de usinas nucleares: o acidente com Césio 137 em Goiânia.

O Césio 137 é um isótopo radioativo do elemento químico césio que é usado em equipamentos de radiografia industrial. Ele era usado na forma de um sal — o cloreto de césio (CsCl) — pelo antigo Instituto Goiano de Radioterapia (IGR), que o guardava dentro de uma cápsula revestida de uma caixa protetora de aço e chumbo. Com a inativação do hospital os dejetos foram descartados imprudentemente. O cloreto de césio é um pó azul brilhante o que chamou atenção das pessoas, fato esse que ajudou na disseminação desse material causando grande contaminação e até morte de algumas pessoas.

Os estudos envolvendo a radioatividade trouxeram grandes contribuições para a medicina, assim como a possibilidade do desenvolvimento tecnológico através da construção de equipamentos que utilizassem os compostos radioativos. Tais estudos contribuíram consequentemente para a melhoria e bem estar social. Vale ressaltar, a importância de conhecer sobre ciência, para melhor utilização da mesma.

Santos e Mortimer (2002) discutem a influência da ciência e tecnologia na sociedade ao decorrer dos anos, gerando uma autonomização da razão científica, o que resulta na crença na ciência, no homem e na razão, propagando uma visão salvacionista de ciência. Todavia o estudo da ciência e da filosofia contribuem para romper com essa ideia estereotipada e mitos sobre a ciência neutra e salvacionista. Além disso, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia interfere diretamente no meio ambiente, onde suas aplicações tem sido alvo de debates éticos, pois não há como se pensar em ciência fora desses contextos. Assim, percebe-se a importância da produção de conhecimento que contemple esferas extras científicas como, a ética, política, sociedade, economia e meio-ambiente.

Deste modo, destacamos a importância do ensino voltado a uma perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na busca de promover o processo de alfabetização científica e tecnológica, para que as pessoas possam tomar decisões informadas e ações responsáveis, como também que estas alcancem o pensamento crítico e independência intelectual. O ensino numa perspectiva CTS busca vincular-se aos direitos do cidadão ressaltando sua participação ativa na sociedade. Diante desse contexto, Santos e Schnetzler (2003, p.40) afirmam que:

Tal educação permitirá ao cidadão tomar decisões frente a dilemas morais que necessitam de respostas que sejam morais. Sendo assim, precisamos

desenvolver nos jovens brasileiros a consciência histórica de compromisso com o destino da nação, construindo o ideal da busca da sociedade democrática que ainda não temos que será conquistada por nós, à medida que participarmos ativamente da sociedade.

Entendemos através das ideias dos autores que a educação cidadã também é uma educação democrática, onde o educar para cidadania consiste no processo de preparar o indivíduo para participação ativa em uma sociedade democrática, de modo que este saiba lidar com os produtos e o desenvolvimento tecnológico, posicionando-se diante das implicações provenientes de tais tecnologias.

Luján López et al. (1996) ressaltam a necessidade de discussões sobre a gestão baseada na ciência de assuntos sociais, políticos e econômicos, apontando as consequências negativas da ciência e tecnologia sobre a sociedade. Os autores propõem um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se à ideia baseada na crença de que a ciência e a tecnologia é capaz de resolver problemas ambientais, sociais e econômicos.

Os autores acreditam que uma alternativa consiste em uma forma diferentes em se produzir ciência e tecnologia concebidas com a participação da sociedade. Tal aspecto pode contribuir para uma nova percepção de ciência e tecnologia, rompendo com a ideia linear de que o conhecimento científico gera conhecimento tecnológico, que por sua vez produz desenvolvimento econômico que determina o desenvolvimento social (LUJÁN LÓPES et al. 1996).

3.5 - Estrutura da Sequência de Ensino-Aprendizagem

A SEA está estruturada da seguinte maneira, de acordo com as aulas:

Tabela 05: Estrutura das Aulas.

Aulas	Desenvolvimento	Objetivo
01	Aplicação de questionários.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentar as concepções prévias; ✓ Compreender panoramicamente as discussões que serão trabalhadas durante o desenvolvimento da SEA partindo da problematização inicial.
02	Exposição interativa com os alunos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir o conceito de radiação; ✓ Identificar os tipos de radiação; ✓ Classificar as radiações considerando os principais tipos definidos.
03	Exposição interativa com os alunos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir grandezas que caracterizam uma onda: comprimento e frequência; ✓ Analisar o espectro eletromagnético.
04	Leitura e discussão do texto: <i>Descoberta dos raios X</i> . Aplicação do questionário pós-texto.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir o conceito de raios X; ✓ Analisar a história dos raios X apreendendo aspectos característicos da História da Ciência.
05	Leitura e discussão do texto: <i>Afinal, quem descobriu a</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir o conceito de radioatividade; ✓ Aprofundar a compreensão sobre a Natureza da

	<i>radioatividade?</i> Aplicação do questionário pós-texto.	Ciência.
06	Exposição interativa com os alunos. Aplicação de questionário.	✓ Construir o conceito de partículas subatômicas, fissão, fusão, tempo de meia-vida e reações nucleares.
07	Exposição interativa com os alunos sobre Medicina Nuclear; Leitura e discussão do texto: <i>Perigos dos descarte incorreto de lixo hospitalar radioativo.</i> Aplicação de questionário pós-texto.	✓ Identificar e compreender as aplicações da Radioatividade na medicina; ✓ Descrever o acidente nuclear em Goiânia considerando as dimensões conceituais e sociais envolvidas nesse fato. ✓ Desenvolver a percepção acerca das relações entre a ciência e aspectos tecnológicos e sociais.
08	Aplicação e discussão de questionário.	✓ Desenvolver através do questionário reflexões acerca da natureza da ciência, embasados no conhecimento construído durante a aplicação da SEA.
09	Leitura e discussão do texto: <i>O cientista por trás da descoberta.</i> Aplicação de questionário	✓ Promover discussões sobre os aspectos sociais e econômicos da vida dos cientistas, analisando como os interesses pessoais e da comunidade científica, podem interferir na produção de conhecimento científico ✓ Desenvolver através do questionário reflexões acerca da natureza da ciência e dos conhecimento sobre radioatividade, embasados no conhecimento construído durante a aplicação da SEA.

A SEA foi construída visando uma proposta que busca favorecer melhor compreensão sobre ciência e os conteúdos científicos. Nessa perspectiva sigo apresentando a estrutura das aulas de acordo com a tabela.

Aula 01: O objetivo dessa aula é identificar as concepções prévias dos alunos, e engajá-los através da problematização partindo de um tema social. A identificação das Concepções-Prévias é possível através da aplicação de um questionário contendo 03 questões, que contemplavam os conceitos de ciência, radiação, raios X e radioatividade. O engajamento dos alunos utilizando um tema problematizador ocorre através da aplicação de um segundo questionário contendo 01 questão que abordava de forma resumida o acidente radioativo que ocorreu em Goiânia com o isótopo Césio 137. Ambos questionários estão, apresentados na tabela abaixo.

Tabela 06: Questões utilizadas para identificação das Concepções-Prévias e para problematização inicial.

Questionário	Questões Usadas
Concepções-Prévias	1.Descreva algumas características do trabalho científico.
	2.O que você entende por radiação?
	3.Use seus conhecimentos para definir raios X e radioatividade.
Problematizadora	1.Um dos maiores acidentes radioativos da história aconteceu com o isótopo ^{137}Cs , em setembro de 1987, na cidade de Goiânia, Goiás,

	<p>quando um aparelho de radioterapia desativado foi desmontado em um ferro velho. O desastre fez centenas de vítimas, todas contaminadas através de radiações emitidas por uma cápsula que continha tal isótopo. Este é considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora das usinas nucleares. Ele contaminou não apenas as pessoas, mas também as casas, os móveis, as roupas, entre outros. Tendo em vista as normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), todo material contaminado foi descartado. Considerando o acidente ocorrido em Goiânia, por que é importante compreender o fenômeno da radioatividade? Qual o tratamento recebido pelos pacientes que ficaram expostos a radiação e como foi tratado o lixo produzido?</p>
--	---

Aula 02: O objetivo desta aula é introduzir e desenvolver dos conceitos de radiação, abordando suas classificações (eletromagnética, corpuscular e gravitacional) e os tipos (ionizante e não ionizante). O desenvolvimento desta aula ocorre através da exposição interativa, fornecendo aos alunos aportes iniciais para a compreensão do conceito de raios X e radioatividade.

Aula 03: Nesta aula, objetiva-se introduzir e desenvolver conceitos como: as grandezas que caracterizam uma onda como comprimento e frequência, seguindo da compreensão sobre o espectro eletromagnético. O desenvolvimento desta aula ocorre através da exposição interativa, fornecendo aos alunos aportes iniciais para a compreensão do conceito de raios X e radioatividade.

Aula 04: Nesta aula, objetiva-se promover uma discussão sobre a descoberta dos Raios X, enfatizando características da Natureza da Ciência apresentadas por Cobern e Loving (2001), Niaz (2001) Gil Pérez et al., (2001), Aikenhead (1985), abordando a construção do conceito de raios X.

A discussão é realizada através da leitura do texto: *Descoberta dos raios X* (Apêndice 03). As características destacadas nesse texto foram: Elaboração de hipóteses; Observação; Testes empíricos; Presença de comunidade científica; Verdades científicas e Método científico. Seguido da construção do conceito atual de raios X. Por fim, a identificação das ideias sobre a compreensão do texto ocorre através da aplicação do questionário pós-texto que contém 03 questões, apresentado abaixo:

1. Considerando a descrição no texto acima, apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen.
2. Quais aspectos característicos da Ciência são apresentados no texto?

3. De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões cite as principais contribuições da descoberta realizada por Roentgen para a medicina.

Aula 05: O objetivo desta aula é promover uma discussão sobre a descoberta da radioatividade, enfatizando na discussão o próprio conceito de “descoberta”, e destacando as características da Natureza da Ciência apresentadas por Cobern e Loving (2001), Niaz (2001) Gil Pérez et al., (2001) e Aikenhead (1985), assim como a construção do conceito de radioatividade.

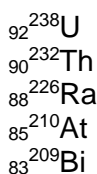
A discussão ocorre através da leitura do texto: *Afinal, quem descobriu a radioatividade?* (Apêndice 03). As características da ciência destacadas durante a leitura do texto são: A natureza empírica da ciência; As verdades científicas; A presença de uma comunidade científica; Os cientistas as vezes pode se basear em fundamentações inconsistentes; Utilização do método científico.

Em seguida, foi apresentado aos alunos o conceito atual de radioatividade, posteriormente identificadas as concepções dos alunos sobre o tema trabalhado, através do questionário pós-texto, que contém 03 questões, apresentado abaixo:

1. Quais características relacionadas ao trabalho realizado pelos cientistas você consegue identificar no texto?
2. Como a descoberta dos raios X auxiliou na descoberta da radioatividade?
3. Existem relações entre o que conhecemos hoje por radioatividade e raios X? Justifique.

Aula 06: O objetivo desta aula é introduzir e desenvolver dos conceitos de partículas subatômicas, radiação nuclear, período de meia-vida e os processos de fissão e fusão nuclear. O desenvolvimento da aula ocorre através da exposição interativa, onde são abordados exemplos da ocorrência desses fenômenos. Seguido a identificações das concepções dos alunos sobre os conhecimentos construídos durante a aula, através da aplicação do questionário abaixo que contém 02 questões:

1. O elemento netúnio ($_{93}^{237}\text{Np}$), após a emissão de sete partículas alfa e quatro partículas beta, transforma-se em qual elemento químico?



2. (FMTM-2003) No início da década de 1990, um cadáver de homem pré-histórico foi encontrado numa geleira próxima à fronteira entre Itália e Áustria, apresentando um espantoso estado de conservação. Para estimar o tempo, em anos, da sua morte, os

cientistas usaram o método da datação pelo carbono 14, resultando em uma taxa de carbono 14 igual a 50% da taxa normal. O tempo levantado pelos cientistas, em anos, foi de, aproximadamente? Dado: meia-vida do carbono 14 = $5,73 \times 10^3$ anos.

Aula 07: O objetivo dessa aula é explorar a aplicação da radioatividade na Medicina e discutir sobre o acidente nuclear que ocorreu em Goiânia com o Césio 137, enfatizando a importância do conhecimento científico na prevenção de acidentes, bem com a relação CTS.

O desenvolvimento da aula ocorre inicialmente através da exposição interativa na abordagem da medicina nuclear e posteriormente através da discussão do texto: *Perigos dos descarte incorreto de lixo hospitalar radioativo* (Apêndice 03). Por fim, para a identificação das concepções dos alunos sobre os conhecimentos construídos durante a aula é aplicado um questionário pós texto contendo 02 questões apresentadas abaixo:

1. Por muito tempo a radioatividade sempre foi vista como vilã devido ao grande poder de devastação causada pelas reações nucleares, mas sabemos das diversas aplicações para a medicina. Qual a sua opinião sobre a Radioatividade?
2. Qual a importância do descarte correto de lixo hospitalar? Qual a sua opinião sobre o lixo produzido pelo acidente nuclear ocorrido em Goiânia? As medidas tomadas foram suficientes para isolar a radiação presente no material?

Aula 08: O objetivo dessa aula é promover uma discussão sobre características da Natureza da Ciência trabalhados e construídos durante a aplicação da SEA. As discussões são fomentadas com a apresentação das ideias dos alunos sobre as questões do questionário avaliativo. Este questionário foi inspirado no questionário VOTS² sendo composto por 03 questões apresentadas abaixo:

1. O que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?
2. A ciência torna a vida das pessoas melhor?
3. Os cientistas devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas? Quem pode controlar a evolução tecnológica e seu uso?

Aula 09: O objetivo dessa aula é promover uma discussão sobre os aspectos sociais e econômicos da vida dos cientistas Henri Becquerel e Marie Curie, destacando os interesses pessoais e da comunidade científica na produção do conhecimento científico.

A discussões são iniciadas através da leitura do texto: *O cientista por trás da descoberta* (Apêndice 03), e orientadas de acordo com a explanação das ideias através da

² VOSTS (Views on Science-Technology-Society), produzido por Aikenhead e Ryan (1989, 1992), tem o objetivo de buscar as concepções de alunos e professores sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, assim como suas relações com a sociedade, através de um enfoque CTS.

resolução do questionário de debate que contem 06 questões as quais estão apresentadas abaixo:

1. Que aspectos da vida de Becquerel informados no texto lhe chamam atenção? Comente.
2. Que aspectos da vida de Marie informados no texto lhe chamam atenção? Comente.
3. Que eventos apresentados no texto indicam as relações entre os cientistas na comunidade científica? Descreva.
4. Os cientistas são pessoas diferentes das demais? Discuta sobre isso.
5. Os cientistas conseguem estar alheios à interesses pessoais e sociais? Justifique.
6. O que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento?

Por fim, para a identificação das concepções dos alunos sobre os conhecimentos construídos durante a SEA é aplicado um questionário avaliativo contendo 10 questões apresentadas abaixo:

1. O que você entende por método científico?
2. O que é descoberta do ponto de vista da ciência? Explique.
3. Descreva algumas características do trabalho científico.
4. O que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento? Comente.
5. O que você entende por radiação?
6. Quais os tipos de radiação você conhece? Como podemos classifica-las?
7. O que você entende por radioatividade?
8. Cite as principais características das partículas α e β e da radiação γ ?
9. Descreva os fenômenos de fusão e fissão nuclear.
10. Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como raios X e o fenômeno da radioatividade?

CAPÍTULO IV

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Partindo da hipótese que uma Sequência de Ensino-Aprendizagem construída a partir de uma Abordagem Contextual pode contribuir para a compreensão da Natureza da Ciência, nesta seção buscamos apresentar os métodos utilizados que possibilitaram a investigação e discussão dos dados acerca da hipótese levantada.

4.1- Objetivos da Pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa tivemos como ponto de partida a seguinte questão: Que aspectos da Natureza da Ciência podem ser explorados por meio do tema radioatividade em uma SEA desenvolvida na perspectiva da Abordagem Contextual? Buscando respostas a essa questão traçamos como objetivo geral: “Analisar o desenvolvimento de uma SEA elaborada na perspectiva da História e Filosofia da Ciência, verificando as suas contribuições para a percepção dos alunos sobre a Natureza da Ciência e elaboração conceitual em torno do tema radioatividade”.

A partir deste objetivo geral traçamos os seguintes objetivos específicos:

- Descrever o desenvolvimento da SEA focalizando as estratégias empregadas pela professora;
- Investigar o desenvolvimento das ideias dos alunos ao longo da SEA;
- Identificar os aspectos relativos à Natureza da Ciência em que houve evolução na percepção dos alunos, bem como aqueles em que houve estagnação.

4.2- Caracterização da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida através de uma abordagem qualitativa, do tipo Estudo de Caso. Segundo Stake (1995) um estudo de caráter avaliativo constitui um Estudo de Caso, desse modo toda Sequência de Ensino-Aprendizagem também pode ser caracterizada como Estudo de caso porque sua natureza é avaliativa. Um estudo avaliativo tem o objetivo de fornecer ao pesquisador informações que o auxilie a julgar o mérito ou o valor do objeto em estudo (ANDRÉ, 2008). Nesse tipo de pesquisa o pesquisador atua também como avaliador, portanto deve escolher com cautela os critérios que lhe permitam perceber os alcances e as deficiências de seu estudo.

4.3- Conhecendo a Instituição: Campo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Colégio de Aplicação (CODAP), localizado na Avenida Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze, no município de São Cristóvão-Sergipe. O Colégio de Aplicação foi criado em 30 de junho de 1959 e era conhecido como Ginásio de Aplicação (G. A.), este pertencia à Faculdade de Filosofia de Sergipe, objetivando servir como campo de estágio daquela Faculdade. Apenas em 1981, o Colégio de Aplicação foi transferido para o *campus* universitário da Universidade Federal de Sergipe (UFS), estando ele ligado a reitoria da UFS, tendo a função de servir como campo de ensino e estágio, além de servir para o desenvolvimento de atividades de pesquisa e extensão. A partir de 1993, o CODAP foi vinculado pedagogicamente à Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD) com o objetivo de obter maior envolvimento com os Departamentos da UFS.

Atualmente, no CODAP funcionam, regularmente, o Ensino Fundamental Maior (compreende do 6º ao 9º ano) e o Ensino Médio (compreende do 1º ao 3º ano), sendo aí ainda desenvolvidos projetos de pesquisa, extensão e iniciação científica. De acordo com o texto apresentado na página web da Universidade Federal de Sergipe (<http://codap.ufs.br/pagina/100>), os principais objetivos do CODAP são:

- Servir de campo de observação, pesquisa, experimentação, demonstração, desenvolvimento e aplicação de métodos e técnicas de ensino.
- Proporcionar a prática de ensino aos alunos do curso de Licenciatura e estágios supervisionados aos alunos dos demais cursos de graduação da Universidade Federal de Sergipe e de outras IES.
- Desenvolver a Pesquisa científica e produzir conhecimentos, visando ao aperfeiçoamento dos profissionais da Educação Básica.
- Instrumentalizar o educando para uma atuação crítica e produtiva no processo de transformação e construção consciente de uma sociedade justa, humanitária e igualitária.
- Atuar na formação e desenvolvimento psicológico, social, cultural e afetivo do aluno, proporcionando conhecimentos e habilidades que lhe permitam prosseguir seus estudos.

Na figura 02 é apresentada uma fotografia da parte externa do Colégio de Aplicação.



Figura 02: Foto do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe

Fonte: <http://jornaldacidade.net/sgw/data/1/news/235/0a3914a6ddd29932486f4dd3f945518d.jpg>

4.4- Aplicação da SEA/Sujeitos da Pesquisa/Validação

A SEA foi aplicada pela professora/pesquisadora a 26 alunos do 2º ano do Nível Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe; do total de alunos, 19 são do sexo feminino e 07 do sexo masculino. Para melhor identificação de aspectos socioeconômicos dos alunos foi aplicado um questionário socioeconômico, dos 26 alunos presentes apenas 12 se disponibilizaram em responder o questionário. De acordo com os dados obtidos através do questionário socioeconômico (segue anexo) que continha 19 questões que abordavam aspectos pessoais e da vida escolar do aluno, pudemos destacar algumas características como: A variação de idade de 15 a 17 anos como apresentado no gráfico da figura 03:

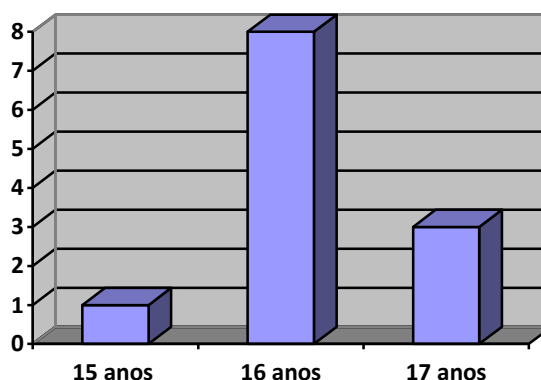


Figura 03: Gráfico da relação das idades dos alunos participantes da pesquisa

Outro ponto a destacar é a participação em projetos de Iniciação Científica, pois dos 12 alunos que responderam ao questionário, 05 participam de projetos.

A Sequência de Ensino-Aprendizagem teve a duração aproximada de 15 horas/aula. Durante a aplicação os alunos foram divididos em 04 grupos, para melhor interação entre os integrantes dos grupos durante as discussões.

As aulas foram desenvolvidas como um curso independente, não apresentando vínculo com as aulas de sala de aula regular. As inscrições dos alunos participantes foi realizada com o auxílio do professor da turma regular, ressaltamos que o curso não era obrigatório, apenas os alunos que sentiram-se interessados pelo tema realizaram suas inscrições. O curso era composto pelo desenvolvimento de 09 aulas, que foram distribuídas em 06 encontros, 05 encontros ocorreram em uma sexta-feira e 01 encontro ocorreu ao sábado, com duração variava de acordo com as discussões de cada encontro, os encontros variavam de 1 hora e 35 minutos a 3 horas. Os dias foram acordados junto aos participantes visando não atrapalhar outras atividades que os mesmos já desenvolviam. As aulas foram distribuídas nos encontros de acordo com o esquema abaixo:

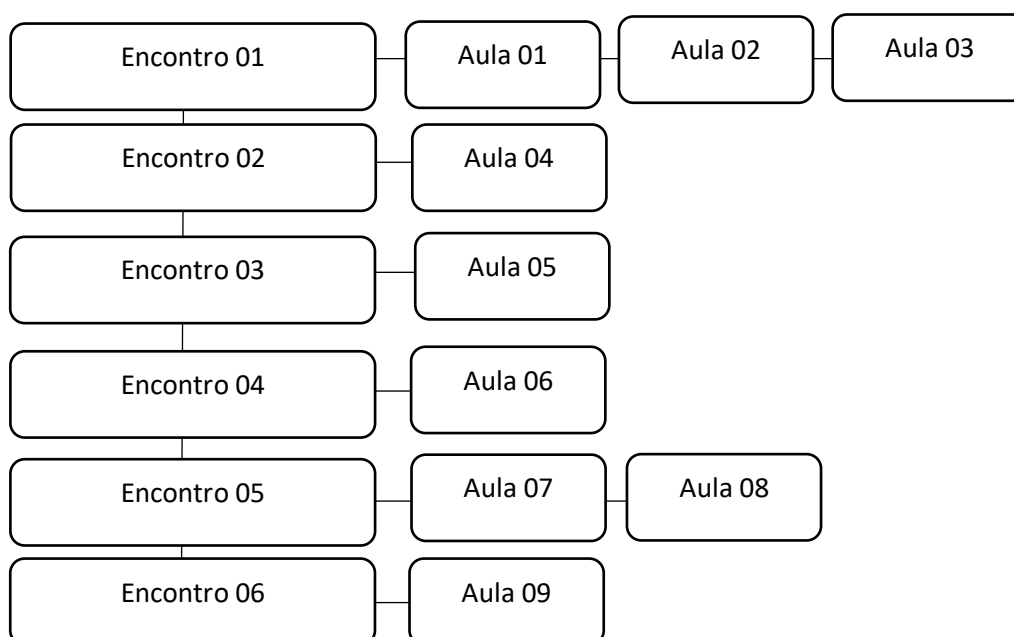


Figura 04: Esquema de desenvolvimento das aulas de acordo com os encontros

No primeiro dia de atividade os alunos receberam um termo de consentimento livre e esclarecido de participação na pesquisa (segue anexo), o qual deveria ser assinado pelos pais ou responsáveis. No termo foi solicitado que o responsável concordasse com a participação do aluno na pesquisa e com os métodos utilizados para coleta de dados, neste caso utilizamos questionários e gravações em vídeo. Apesar de utilizar gravações em vídeo buscamos sempre preservar a identidade do aluno.

A validação da SEA ocorreu através de sua aplicação para um grupo teste de 22 alunos do mesmo colégio, o grupo teste apresentava características similares ao grupo

utilizado para discussões. A validação do material nos proporcionou realizar modificações no mesmo, com o intuito de garantir melhor confiabilidade e eficiência para o material. Todavia, vale destacar que cada grupo de estudantes é único assim como suas características sociais, portando sugerimos que para aplicação é sempre necessário adequação do material conforme o grupo ao qual ele se destina.

4.5- Coleta de Dados

Os dados foram coletados utilizando dois instrumentos de coleta, sendo eles: gravações em vídeo e questionários.

4.5.1- Gravação em Vídeo

As gravações em vídeo foram o recurso escolhido para possibilitar a análise das interações ocorridas durante o desenvolvimento da Sequência de Ensino-Aprendizagem. A observação das gravações permite a obtenção dados que não são possíveis se forem utilizados outros métodos tais como entrevista e questionários, pois existem muitos elementos que não são identificados na fala escrita, por exemplo, os comportamentos grupais e individuais, a linguagem não verbal e o tempo em que os eventos ocorrem (PINHEIRO; KAKEHASHI; ANGELO, 2005). Como nos propusemos a desenvolver uma análise do processo e não apenas do produto, considerando as interações que ocorrem no plano social da sala de aula, as gravações em vídeo tornaram-se imprescindíveis.

Para obtenção das gravações foram utilizadas duas câmeras de vídeo na sala de aula, onde buscamos o melhor posicionamento das mesmas de acordo com as atividades realizadas. As câmeras foram organizadas da seguinte maneira:

Câmera 01: Chamamos de “câmera fixa”, esta foi colocada em uma posição na qual permaneceu durante todo o desenvolvimento da SEA, a câmera foi conectada a um microfone, e foi responsável por focalizar as discussões e interações de um grupo. O grupo selecionado serviu como amostra para a coleta dos dados, pois seria muito difícil capturar as discussões de todos os grupos ao mesmo tempo. Para melhor compreensão da organização apresentamos abaixo um croqui da sala de aula.

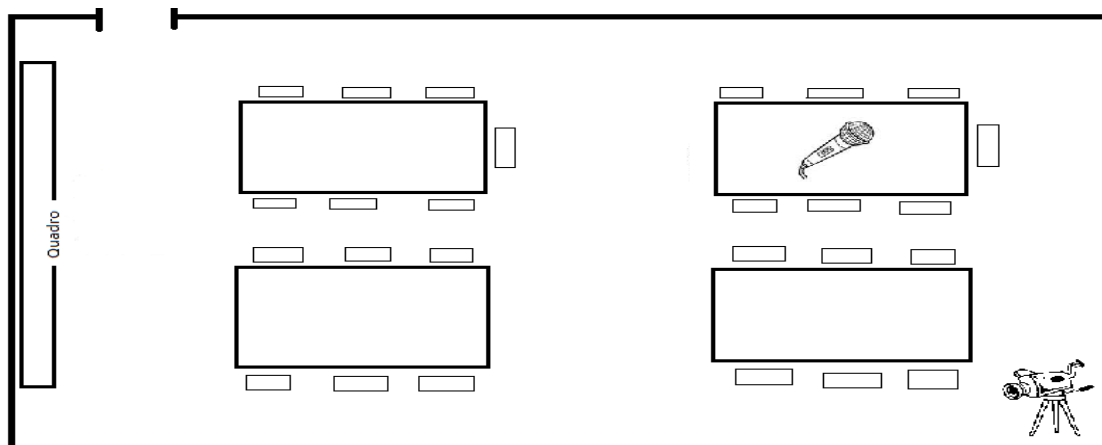


Figura 05: Croqui da sala de aula.

Câmera 02: Chamamos de “câmera móvel” foi a responsável pelas gravações das discussões e interações gerais, dos grupos entre si e dos grupos e a professora/pesquisadora. Diferentemente da câmera 01, esta não permaneceu na mesma posição. As gravações seguiram monitoradas pela orientadora e com o auxílio de colaboradores da pesquisa.

Através da utilização das câmeras foi possível obter aproximadamente de 23 horas de gravação, onde 15 horas foram obtidas com a câmera 01 e 08 horas com a câmera 02. Quanto ao comportamento dos alunos diante das câmeras notamos que os mesmos sentiram-se bem familiarizados, de modo que as discussões seguiram fluentemente. Este comportamento já era esperado, pois o Colégio de Aplicação é cenário do desenvolvimento de diversas pesquisas, seja por estagiário ou por alunos da pós-graduação.

4.5.2- Questionários

Os questionários são constituídos por diversas questões que são aplicadas a um determinado grupo, com o intuito de obter informações específicas desse determinado grupo sobre um assunto específico. Podemos destacar algumas vantagens da utilização de questionários em pesquisas, das quais podemos citar: a rapidez e a praticidade a qual os dados são coletados, além do baixo custo, pouca dificuldade para aplicação e liberdade dos sujeitos para expressar suas opiniões (JESUS; LIMA, 2012).

Nessa perspectiva optamos pela utilização de questionário como um dos métodos de coleta de dados. Na SEA foram trabalhadas 33 questões no total. Todas eram questões abertas, pois acreditamos que adotar tais tipos de questões proporciona aos alunos maior liberdade de resposta. As questões foram distribuídas durante toda sequência desde seu início para identificação das concepções prévias até o questionário para a discussão final, como informado na seção anterior a qual detalhamos a SEA.

4.6- Tratamento e Análise dos Dados

Os dados coletados passaram por um processo de tratamento e análise que estão dispostos a seguir. Anteriormente à análise, escolhemos para melhor eficácia submeter esse dado a um tratamento inicial, que segue de acordo com o método de coleta. A análise foi realizada através da utilização da Análise Textual Discursiva (ATD).

4.6.1- Dados da gravação em vídeo

Os dados coletados através das gravações em vídeo foram armazenados em um computador e submetidos a uma tratamento inicial para posteriormente serem transcritos. O tratamento inicial dos dados consistiu na elaboração de *Mapas de Episódio*. Podemos definir um mapa de episódio como resultado do processo de descrição, sendo este a representação de um evento e tem a função de apresentar de maneira clara as interações que ocorrem durante o desenvolvimento da aula, sejam elas aluno/aluno ou professor/aluno. (SILVA, 2008).

Os mapas foram construídos para que pudéssemos ter uma visão geral do desenvolvimento das aulas da SEA durante os encontros e assim escolher os episódios mais representativos e submetê-los a uma análise mais detalhada. No total foram produzidos 06 mapas, cada mapa refere-se a um encontro que pode conter uma ou mais aulas. A partir dos mapas podemos observar o desenvolvimento das ações e do discurso em sala de aula, sendo representados através das interações dos alunos entre si e dos alunos e a professora/pesquisadora. Os mapas proporcionam uma visão geral da aula, assim como o tempo gasto em cada atividade, não esquecendo como procediam as interações. Através deste pudemos analisar se os objetivos principais da pesquisa foram alcançados e como ocorreu esse processo. No Quadro 01 apresentamos um modelo do mapa de episódio.

Quadro 01: Trecho do Mapa de Episódio do encontro 03.

Tipo de conteúdo de discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ações dos Participantes (Alunos e professoras)	Intensões da professora	Categorias
Gestão	1. Organização da sala	Única	00:00 às 03:05			
	2. Explicação da dinâmica da aula		03:05 às 05:47			
Discurso de conteúdo científico	3. Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da Radioatividade.	1- Entrega do texto sobre a descoberta da Radioatividade para realização de leitura inicial.	05:47 às 39:38	A professora realiza a entrega do texto sobre a descoberta da radioatividade e solicita que os alunos realizem a leitura e discutam entre si.		
		2- Discussão sobre a autoria da descoberta da radioatividade.	39:38 às 51:49	A professora instiga os alunos através de questionamentos a expor as concepções acerca de quem eles consideram o autor da descoberta da radioatividade. Deste modo os alunos puderam expor suas opiniões apresentando também suas concepções sobre descoberta.	Explorar o ponto de vista dos alunos.	Descoberta: Ser o pioneiro na visualização do fenômeno, sem necessariamente explicá-lo corretamente. Inexistência de descoberta: apenas atenção na observação do fenômeno.

A construção dos mapas consiste basicamente em duas etapas: A primeira baseia-se na separação dos conteúdos dos discursos, que podem ser: gestão, construção de conceitos, aplicação de questionários, etc. Simultaneamente à determinação dos conteúdos dos discursos é realizada a separação por episódios, identificando o tempo de duração de cada episódio, como as sequências que o caracteriza, evidenciando a ação dos participantes, assim como os tipos de discurso realizado pela professora. Segundo Mortimer e Scott (2002), os tipos podem ser classificados como: *Interativo/Dialógico*: professor e alunos exploram ideias, formulando perguntas, considerando e trabalhando diversos pontos de vista; *Não-Interativo/Dialógico*: o professor considera características de vários pontos de vista apresentando similaridades e diferenças, sem interação com os alunos; *Interativo/De Autoridade*: o professor conduz os alunos através da orientação sobre os conceitos utilizando perguntas e respostas para chegar a um ponto de vista específico. *Não-interativo/De Autoridade*: o professor apresenta, um ponto de vista específico, sem interação com os alunos.

Outro aspecto a ser considerado na construção do mapa está relacionado às intenções da professora no desenvolvimento de cada episódio. Segundo Silva (2008, p.76), as intenções do professor correspondem a:

[...] metas que se encontram presentes no momento da elaboração do seu roteiro e seleção de atividades, e que, portanto, determinarão, até certo ponto, sua performance no plano social da sala de aula. As intenções podem também se configurar no fluxo das interações, pois as situações de ensino não ocorrem sempre como previstas pelo professor.

Mortimer e Scott (2002) afirmam que no processo de aprendizagem, deve considerar nas aulas de ciências as intenções do professor, que abrangem desde a identificação das concepções prévias dos alunos, as quais servirão de suporte inicial para o trabalho do professor, como o auxílio aos alunos no processo de internalização das ideias, dando suporte ao aluno na aplicação das ideias científica, como transferindo para ele progressivamente a responsabilidade de seu uso. De acordo com os autores as intenções do professor pode ser classificadas de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 06: Intenções do professor segundo Mortimer e Scott (2002) (SILVA, 2008).

Intenções do Professor	Objetivo
Criar um problema	Engajar os alunos no desenvolvimento inicial da estória científica.
Introduzir e desenvolver a estória científica	Fornecer as ideias científicas de acordo com o plano social da sala de aula.

Explorar o ponto de vista dos estudantes	Explorar as concepções dos alunos sobre fenômenos específicos.
Manter a narrativa	Sustentar o desenvolvimento da estória científica, possibilitando as relações da ciência com outras esferas do conhecimento.
Guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	Fornecer oportunidade aos estudantes de pensar e expor suas ideias baseados no conhecimento científico, simultaneamente oferecendo suporte no processo de internalização individual.
Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	Dar suporte aos alunos na aplicação de ideias científicas em contextos distintos, transferindo progressivamente o controle e responsabilidade pelo uso dessas ideias.

Após essa construção o mapa é submetido a um processo de categorização. As categorias podem conter aspectos diferentes de acordo com o episódio analisados. Para tanto, optamos por utilizar categorias tanto *a priori*, que são as categorias já estabelecidas, decorrentes de nosso aprofundamento teórico com os referenciais da pesquisa, como também categorias emergentes, que são aquelas que emergem de nossa análise dos dados, de modo a representar a ideia de maneira clara e concisa. A segunda etapa consiste no afeiçoamento do mapa construído anteriormente acrescentando a este as categorias construídas.

A divisão das aulas em episódios foi baseada nas categorias descritas por Mortimer et. al (2007) em conjunto ao nosso grupo de pesquisa. O processo de categorização é realizado através das imagens de vídeo obtidas durante a aula, considerados os aspectos verbais e não verbais das interações. Deste modo, pretende-se superar limitações de análise que se baseiam apenas no discurso transcrito. É através da proposta apresentada por Mortimer et. al (2007) para a confecção dos mapas de episódio e categorização do dados, que apresentamos algumas categorias que foram usadas para a confecção dos mapas de episódio. Tais categorias são: Visão linear da ciência, Utilização de um método científico único, Ciência como processo de construção individual e Compreensão sobre “descoberta”.

Ressaltamos que, apesar de seguir a proposta de Mortimer et. al (2007) as categorias construídas para análise da evolução conceitual dos alunos não foram propostas por ele, mas sim através das leituras de textos que abordam as características da Natureza da Ciência.

Após a construção dos mapas os dados foram transcritos e analisados de acordo com a Análise Textual Discursiva (ATD), que discutiremos posteriormente. No processo de transcrição dos dados os alunos receberam um código de identificação, pois é fundamental manter sigilo sobre a identidade dos participantes, os alunos então são representados de

letra A seguida da numeração de cada alunos (Ex. A01, A02 etc.), a qual mantinha-se constante ao decorrer dos encontros. Os professores participantes foram representados pela letra P seguido na numeração referente a cada professor (Ex. P01, P02, etc.). Para melhor orientação das falas, no processo de transcrição elas foram separadas por turnos de fala como podemos observar no quadro abaixo:

Quadro 02: Trecho das transcrições do Episódio 04 (Encontro 05)

Turno de fala	Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre o acidente radioativo ocorrido em Goiânia-Go com o isótopo Césio 137.
01	A11: O que vocês acharam desse acidente?
02	A05: Que muitas pessoas morreram.
03	A11: Ah nossa! Pra mim a pior coisa foi as pessoas não terem conhecimento sobre tal. Vai A01 fala alguma coisa!
04	A01: Vou deixar vocês falarem, eu sempre falo muito.
05	A11: Fale que nós vamos colocando nossos pensamentos.
06	A01: Então eu acho, na minha opinião que a culpa não foi da população, a culpa foi do hospital que não jogou o bagulho certo, né? Porque, tipo, ninguém tem a obrigação de saber o que é radioatividade. A culpa foi de quem mexia com a parada e que não teve responsabilidade para descartar.

4.6.2- Questionários

Os dados dos questionários foram transcritos, para posteriormente serem analisados. Nas transcrições dos dados dos questionários não foi possível a identificação do aluno, pois não tínhamos informações suficientes para a mesma. Assim, os dados oriundos dos questionários não apresentam a identificação do aluno.

4.6.3- Análise Textual Discursiva

A análise dos dados dos questionários e dos dados das gravação em vídeo ocorreu segundo a utilização o método de Análise Textual Discursiva (ATD). A ATD é uma abordagem de análise de dados que possibilita a transição entre duas abordagens consagradas em pesquisas qualitativas, são elas a Análise do Discurso e Análise do conteúdo, possibilitando compreensões sobre os fenômenos do discurso. A partir dos dados coletados coerentes a problemática da investigação (transcrições de gravações em vídeo, questionários escritos, registros de observações, etc.) a ATD pode ser concebida partindo de dois movimentos opostos: desconstrução das informações escritas e reconstrução ou síntese (SOUSA; GALIAZZI, 2016).

A ATD foi escolhida nessa análise por possuir como pressuposto a valorização da perspectiva do outro, com o intuito de buscar as diversas compreensões dos fenômenos. De acordo com a ATD a análise e interpretação dos dados ocorrem a partir de três processos: *unitarização, categorização e construção dos meta-textos* (MORAES; GALIAZZI, 2006).

No processo de unitarização os textos iniciais são desconstruídos e separados em unidades de significado, a unitarização é o resultado de uma leitura minuciosa dos textos o qual busca-se agrupar as ideias por semelhanças. No processo de unitarização o pesquisador deve considerar os pressupostos de sua elaboração investigativa (SOUSA; GALIAZZI, 2016).

O processo de categorização ocorre através comparação entre as unidades estabelecidas no processo de unitarização, onde as unidades semelhantes enquadram-se em uma mesma categoria. As categorias da análise da ATD podem ser definidas a priori, ou seja, categoria pré-estabelecidas derivadas dos pressupostos teóricos usados pelos pesquisador, construídos sobre o que já se sabe, ou podem surgir através da análise das unidades de significado (categorias emergentes), a qual se tem uma abertura interpretativa e requer a busca pelas emergências teóricas que se mostram à medida que o pesquisador fica imerso na investigação, ampliando assim seu campo de conhecimento (SOUSA; GALIAZZI, 2016). Por fim, a construção de meta-textos ocorrerá através da produção intelectual de reflexão e argumentação por parte dos pesquisadores, acerca do material obtido nas etapas anteriores (MORAES; GALIAZZI, 2006).

CAPÍTULO V

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentaremos os meta-textos (que correspondem a discussão) produzidos a partir dos resultados obtidos durante a aplicação da SEA, utilizando como análise a ATD, que possibilitou também a construção de categorias de análise. As categorias geradas são consideradas mistas, pois algumas emergiram das unidades de significado apresentadas pelos alunos, enquanto outras foram consideradas tomando como base as concepções de Cobern e Loving (2001), Niaz (2001), Gil-Pérez et.al (2001), Aikenhead (1985) e Matthews (1995) sobre a Natureza da Ciência.

Nesta discussão, focalizamos as interações que ocorrem tanto entre alunos quanto entre alunos e professora, com o intuito de compreender a evolução conceitual acerca da Natureza da Ciência e dos aspectos externos que influenciam o fazer científico, bem como a evolução dos próprios conceitos científicos de acordo com os conhecimentos construídos durante o desenvolvimento das aulas. As aulas foram organizadas em seis encontros. Apresentamos as discussões de acordo com os encontros desenvolvidos.

5.1- Primeiro Encontro

O primeiro encontro é caracterizado pelo desenvolvimento das aulas 01, 02 e 03 da Sequência de Ensino-Aprendizagem. Este encontro teve a duração aproximada de 1 hora 48 minutos. Os objetivos deste encontro, tendo em vista tais aulas em conjunto, foram: identificar as concepções prévias dos alunos sobre Ciência, radiação, radioatividade e raios X; criar um problema a partir da utilização de uma questão problematizadora sobre o acidente radioativo que ocorreu com o césio 137 em Goiânia e construir conceitos fundamentais que dariam suporte ao conteúdo a ser trabalhado nos encontros posteriores, tais como os conceitos de radiação e de onda.

Para esta discussão foram selecionados os dados das transcrições das gravações em vídeo e o questionário de concepções-prévias, que contém 03 questões que abordam os conceitos de ciência, radiação, radioatividade e raios X.

O encontro foi iniciado com a apresentação da pesquisa para os alunos, seguida da aplicação do questionário de concepções-prévias, que contém 03 questões. Após a resolução do questionário a professora iniciou a problematização, através da leitura e discussão de um segundo questionário contendo 01 questão, que foi respondida oralmente, cujo objetivo era engajar os alunos nas discussões que seriam desenvolvidas durante a SEA, esse questionário abordava o acidente radioativo nuclear que ocorreu em Goiânia com o Césio 137. O prosseguir da aula ocorreu através da exposição interativa realizada pela

professora sobre os conceitos de radiação, comprimento e frequência de onda. Tais conceitos são fundamentais para a compreensão do conceito de radioatividade que é um dos focos da SEA.

Neste encontro observamos que houve pouca interação entre os participantes. A professora assumiu o discurso interativo de autoridade³ a maior parte do tempo. Isso ocorreu porque este encontro não teve como objetivo fomentar discussões, mas promover suporte inicial para as discussões dos encontros posteriores, assim como identificar as concepções dos alunos sobre os conceitos que permeiam a pesquisa.

5.1.1 Análise do questionário de concepções-prévias

Para compreender sobre as concepções-prévias foi aplicado um questionário contendo 03 questões, que estão apresentadas a seguir:

1. Descreva algumas características do trabalho científico.
2. O que você entende por radiação?
3. Use seus conhecimentos para definir raios X e radioatividade.

As questões acima mencionadas foram selecionadas para análise por meio da ATD. Destacamos que um único aluno pode em sua fala apresentar mais de uma unidade de significado, bem como um mesmo aluno pode estar em duas ou mais categorias, considerando que as categoria são definidas pelas unidades de significado como afirmado anteriormente.

Abaixo apresentamos na Tabela 07 as categorias geradas pelas respostas dos alunos referentes a questão 01: “*Descreva algumas características do trabalho dos cientistas*”. Presente no questionário de concepções-prévias. Nesta questão buscamos compreender quais as concepções dos alunos sobre o trabalho científico e consecutivamente sobre ciência.

Tabela 07: Categorias referentes à questão 01 “*Descreva algumas características do trabalho dos cientistas*”.

Categoria	Descrição da Categoria	Unidades de Significado	Frequência
Descobertas	Produção de novas descobertas.	“Os cientistas em geral vivem de descobrir algo novo [...]”	01 aluno
Compreensão de fenômenos	Trabalho científico como a compreensão e o estudo de	“O trabalho científico tem a característica de estudar especificidades da química ou até mesmo de outras matérias, a	09 alunos

³ De acordo com Mortimer e Scott (2002) no discursos *Interativo/De Autoridade*: o professor conduz os alunos através da orientação sobre os conceitos utilizando perguntas e respostas para chegar a um ponto de vista específico.

	fenômenos	observação de experiências e tudo mais.” “Os cientistas de forma geral analisam propostas científicas, fazem estudos sobre elas e tentam entender seus fenômenos criando teorias ou de outra forma.”	
Método científico	Utilização de um método científico.	“Os cientistas trabalham com fatos. Por isso, é necessário que eles sigam um método científico, a fim de que ele determine sua tese e desenvolva os testes precisos para prova-la.” “Utilizam o método científicos: Testes (experimentos), análises, hipóteses, conclusões e tese.”	02 alunos
Bem-estar social	Ciência como promotora de bem-estar social.	“O trabalho está entre os 3 mais importantes para a sociedade, pois com o trabalho dos cientistas houve incontestáveis progressos como: produção de remédios mais qualificado, cura de doenças [...]” “Buscar melhoria de vida para a humanidade.”	04 alunos
Desenvolvimento tecnológico	Visão de ciência associada ao desenvolvimento tecnológico.	“[...] também ao desenvolvimento tecnológico.” “[...]encontrar uma forma de usar como uma tecnologia nova.”	02 alunos

Na Tabela 07 aparecem 06 categorias relacionadas as respostas dos alunos sobre o trabalho dos cientistas, são elas: *Descobertas*, *Compreensão de fenômenos*, *Método científico*, *Bem-estar social* e *Desenvolvimento tecnológico*. Na categoria *Descobertas* são abordados os alunos que apontam as descobertas científicas como uma das características do trabalho científico. A categoria *Compreensão de fenômenos* é caracterizada pelos alunos que afirmam que a compreensão dos fenômenos ocorre através da experimentação e elaboração de hipóteses originando teorias. A categoria *Bem-estar social* é caracterizada pela mobilização da ciência em prol da melhoria de vida. A categoria *Desenvolvimento tecnológico* é caracteriza pela ideia de ciência associada ao desenvolvimento tecnológico.

Na categoria “*Descobertas*” a ideia apresentada pelo aluno ressalta as descobertas científicas, com foco principal do trabalho científico, desconsiderando que a construção científica ocorre também a partir da continuidade de estudos com o intuito de aperfeiçoar conhecimentos já existentes. A associação de ciência com grandes descobertas tem se propagado ao longo dos anos, e a preocupação de romper com essa concepção de ciência de grandes descobertas realizadas por grandes gênios tem se disseminado pela comunidade científica. Nessa perspectiva, pesquisadores como Ortiz e Silva (2016) afirmam que uma maneira de romper com essa ideia estereotipada de ciência é através da utilização da História da Ciência.

Na categoria “*Compreensão de fenômenos*”, notamos que os alunos apresentarem algumas características do trabalho científico, mostrando que o cientista trabalha para compreender os fenômenos, e pode ocorrer através da elaboração de hipóteses e realização de experimentos, gerando como produto a elaboração de teorias, como proposto por Cobern e Loving (2001) e Niaz (2001).

De acordo com a categoria “*Método científico*”, notamos que a ideia de desenvolvimento do trabalho científico baseia-se na utilização de um método científico único, o qual segue uma sequência de etapas, não levando em consideração a diversidade de fenômenos que ocorrem durante os estudos científicos que mudam o percurso metodológico do pesquisador. Tal concepção pode ser justificada, devido à forte presença desse termo nos livros didáticos de ciência, Marques (2015) afirma que ainda hoje é muito presente a ideia de método científico único e infalível o qual se chega a verdade.

A ideia de método científico tem origem filosófica, sendo Bacon (1561-1626) o primeiro a propor essa ideia, considerando o chamado por ele de “método indutivo”. Bacon (1561-1626) defendia que a descoberta de fenômenos verdadeiros era possível através da utilização de um método que considerava a observação e experimentação dos fenômenos guiados pelo raciocínio indutivo (SILVA, 2001). Essa ideia foi reforçada a partir do *Modelo de Aprendizagem por Descoberta* criado em 1970, com o objetivo de formar cientistas, onde acreditava-se que para se entender sobre ciências, os estudantes deveriam trilhar o mesmo caminho que os cientistas, através da utilização de um método científico. E essa ideia ganhou proporções gigantescas e é propagada até hoje (MARQUES, 2015).

A categoria “*Bem-estar social*” revela que os alunos visualizam a relação entre ciência e sociedade. Eles demonstram perceber que a construção de ciência e as evoluções científicas atingem diretamente a sociedade, mas vale ressaltar que essa é uma via de mão dupla, pois a ciência também sofre influência de fatores como a sociedade, a religião, política e economia. Acreditamos que a ciência ela tem uma função social, como discutido por Gil-Pérez et.al (2001) e Aikenhead (1985), mas considerar apenas esse fator seria expressar uma visão ingênua de ciência, pois os cientistas não controlam o uso ou destino de suas “descobertas”.

O bem-estar social não depende unicamente do trabalho isolado dos cientistas, mas de aspectos políticos, econômicos e interesses de grupos na sociedade capitalista moderna. Portanto, a Ciência não se constitui em um empreendimento neutro, voltado apenas às necessidades do homem, mas pode se articular a gerar necessidades tendo em vista interesses econômicos. Nessa perspectiva, a ciência é vista imersa e interagindo com o contexto sócio-econômico-cultural.

A categoria “*Desenvolvimento tecnológico*”, mostra que os alunos concebem a ideia que o desenvolvimento científico proporciona desenvolvimento tecnológico. É inegável as contribuições da ciência para o desenvolvimento da tecnologia ao longo dos anos, mas cabe uma reflexão sobre os problemas ambientais que são causados por esse desenvolvimento, não há como pensar na “ciência pela ciência” e desconsiderar fatores extra científicos. Luján López et al. (1996), afirma que pensar no desenvolvimento científicos gerando desenvolvimento tecnológico a fim de resolver problemas sociais é uma ideia ingênua de ciência, fazendo necessário pensar-se em um novo processo tecnológico capaz de romper com a visão linear de que ciência gera tecnologia, que fomenta a economia que promove um bem-estar social.

Através da análise desta questão torna-se evidente a ideia ingênua de ciências apresentada pelos alunos, com forte presença da concepção de método científico como promotor de verdades científicas, assim como, a ideia de ciência atrelada à tecnologia com o objetivo de promover o bem-estar social, capaz de resolver todos os problemas. Essa ideia linear e salvacionista de ciência foi trabalhada em encontros posteriores onde a História da Ciência ofereceu suporte para a desconstrução dos estereótipos acerca da Natureza da Ciência.

Na análise da questão 02: *O que você entende por radiação?* buscamos a compreensão acerca das ideias dos alunos sobre o conceito de radiação, visto de esse conceito dá o suporte inicial para a estruturação dos conceitos de raios X e radioatividade os quais são conceitos-chave trabalhados nesta pesquisa. Os dados obtidos através do questionário foram submetidos à análise e categorização. Como produto dessa análise, apresentamos a Tabela 08.

Tabela 08: Categorias referentes à questão 02 “*O que você entende por radiação?*”

Categoria	Descrição da Categorias	Unidades de Significado	Frequência
Emissão e/ou propagação	Emissão e propagação de energia e/ou partículas.	“Entendo que seja algo relacionado a emissão de energia, partículas [...]” “É a propagação de raios, como a do Sol que são raios ultravioleta.”	03 alunos
Característica dos metais	Ideias relacionadas a radiação vista como uma característica dos metais.	“Radiação deriva de metais preciosos e pode ser usado para fazer equipamentos médicos e bombas nucleares [...]” “[...] atualmente são causadas em sua maioria em relação com diversos metais, atrito ou reação com o espaço, encontro com outro metal e que se transforma em luz e que se haver alto índice de radiação [...]”	04 alunos
Exemplos e aplicação	Exemplos e aplicação da radiação.	“Acredito que seja raios solares entre outros, radiação é algo natural, mas	

		construção física pelo homem pode emitir radiação, exemplo: bomba nuclear.” “Além dos raios gama e os raios X, o sol produz os raios ultravioleta.”	08 alunos
Malefícios e benefícios	Malefícios e benefícios da radiação.	“[...] pode causar danos mortais aos humanos ou danos para a vida toda.” “Podem ser favoráveis ou desfavoráveis a vida humana. Os raios solares, por exemplo, servem em diversos processos vitais mas também, quando o ser humano fica exposto muito tempo esse tipo de raios podem causar diversos malefícios a saúde, como câncer de pele.”	06 alunos
Ondas	Classificação da radiação como ondas.	“Radiação são ondas que podem ser muito distintas entre si, pois podem possuir seu comprimento diferente e isso altera na sua capacidade de frequência e seu alcance. Somente alguns materiais emitem radiação na natureza.”	01 aluno
Confusas	Respostas confusas.	“Proteção dos raios.”	01 aluno

Na Tabela 08 aparecem 06 categorias relacionadas as respostas dos alunos sobre o conceito de radiação, são elas: *Emissão e/ou propagação*, *Característica dos metais*, *Exemplos e aplicação*, *Malefícios e benefícios*, *Ondas* e *Confusas*. A categoria *Emissão e ou/ propagação* é caracterizada pelas unidades de significado que definem a radiação pela emissão de partículas e/ou energia. Na categoria *Característica dos metais* as unidades de significado são originadas pela compreensão dos alunos de que os metais são capazes de emitir radiação. A categoria *Malefícios e benefícios* é caracterizada pelas unidades de significado que expressão a compreensão da radiação relacionada a fatores que essa radiação pode causar. A categoria *Ondas* é classificada pelas ideias de que a radiação é entendida como ondas e, por fim, a categoria *Confusas* contempla as respostas que apresentação incoerência e a unidades que as caracterizam não foram identificadas pela pesquisadora.

De acordo com Ciscato e Pereira (2012) e Okuno e Yoshimura (2010) a radiação é entendida como a propagação ou movimentação de energia de um ponto a outro no espaço, com velocidade específica, ela pode ser irradiada em todas as direções e classificada como eletromagnética ou corpuscular. Assim, tomaremos essa definição de radiação como parâmetro para nossas análises.

Na categoria “*Emissão e propagação*” observamos que apresentam uma concepção de radiação que se aproxima da apresentada por Ciscato e Pereira (2012) e Okuno e Yoshimura (2010), o qual tomamos como parâmetro para análise desse conceito. Tal compreensão do conceito pode ser justificada pelas interações realizadas com o professor

no ensino regular, que possibilitaram melhor estruturação das ideias e clareza na compreensão do fenômeno.

A categoria “*Característica dos metais.*” é caracterizada por unidades de significado que apresentam uma distorção na compreensão do conceito de radiação. Interpretamos estas unidades de significado, partindo das ideias que elas expressam confusão entre os conceitos de radiação e radioatividade, pois o modo em que as ideias são apresentadas pelos alunos sugerem que esses dois conceitos são iguais o que justificaria a associação realizada pelos alunos de que os elementos químicos que apresentam propriedades radioativas, emitem radiação, sendo o elemento químico necessariamente um metal.

Na categoria “*Exemplos e aplicação.*” notamos que os alunos não conseguem estruturar suas ideias para exposição do conceito solicitado, portanto restringe suas respostas a exemplos de radiações. Tal fato pode ser justificado de duas maneiras: os alunos não tiveram contato com o conceito propriamente dito, ou não conseguiram estruturar suas ideias devido ao grau de abstração necessária para a compreensão deste, o que pode ser entendido também como efeito de um ensino/aprendizagem superficial. Nesse sentido, recorda-se apenas de exemplos, mas não do conceito, algo mais abstrato e complexo.

Na categoria “*Malefícios e benefícios*” são citados exemplos dos malefícios e benefícios da radiação enfatizando estas consequências na vida humana. Fato similar pode ser observado também por Rocha, Alves e Lima (2017) e Medeiros e Lobato (2010) os quais observaram que os sujeitos de sua pesquisa associaram o termo radiação aos benefícios e malefícios. Tais autores justificam essa concepção pela abordagem do conceito apresentado tanto no livro didático quanto pelas interações com o professor.

Na categoria “*Ondas*” o aluno interpreta a radiação e a caracteriza como uma onda, este conceito está parcialmente correto, pois entender a radiação como onda só é possível se estivermos falando de radiação eletromagnética, que é caracterizada apenas pela propagação de energia em forma de onda. Todavia o conceito de radiação é mais amplo e considera além da emissão de ondas a emissão de partículas, a qual é caracterizada radiação corpuscular, um exemplo da radiação corpuscular são os fenômenos radioativos como a emissão de partículas alfa (α) e beta (β). A categoria “*Confusas*” caracteriza-se pelas ideias que não foram compreendidas pelos pesquisadores, pois as ideias presentes dispõem de incoerência, o que impossibilita a identificação das unidades de significados que as caracterizam.

Na análise da questão 03 “*Use seus conhecimentos para definir os raios X e a radioatividade*” buscou-se considerar o quanto os alunos se aproximam ou afastam do

conceito de raios X e radioatividade. Os dados coletados através do questionário foram submetidos a análise e categorização. Como resultado da análise foram construídas 02 tabelas: uma leva em consideração as concepções sobre o conceito de raio X (Tabela 09) a outra considera os conceitos sobre radioatividade (Tabela 10). Abaixo apresentamos as concepções sobre raios X.

Tabela 09: Categorias referentes ao conceito de raios X. Questão 03 “Use seus conhecimentos para definir os raios X e radioatividade.”

Categoria	Descrição da Categoria	Unidades de Pensamento	Frequência
Radiação	Raios X como um tipo ou classificação de radiação.	“Raio X é um tipo de radiação [...]” “Raios X – Uma das classificações das radiações.”	05 alunos
Medicina	Aplicação dos raios X na medicina.	“O raio X é utilizado em exames para ter uma melhor qualidade da imagem.” “Raios X são tipos de raios que servem para fazer exames de mesmo nome.”	07 alunos
Raio X e Radioatividade	Associação entre os fenômenos de raios X e radioatividade.	“Raios “X” também chamados de raios do tipo alfa (α), possuem cargas positivas e é também a que possui menor capacidade ionizante. Radioatividade é qualquer atividade que envolva radiação por isso, nas salas de raios “X” possui um ícone específico e nas usinas nucleares.” “Os raios X, acredito que são emitidos pela radioatividade [...]”	02 alunos

Na Tabela 09 aparecem 03 categorias construídas a partir das concepções dos alunos sobre raios X, são elas: *Radiação*, *Medicina* e *Raios X e Radioatividade*. A categoria *Radiação* abrange as unidades de significado que representam os raios X como um tipo de radiação, na categoria *Medicina* é apresentada a aplicação dos raios X na medicina, na categoria *Raios X e Radioatividade*, são representadas as unidades de significado que apresentam uma confusão e associação entre esses fenômenos.

De acordo com as ideias apresentadas por Okuno e Yoshimura (2010), podemos definir os raios X como uma radiação eletromagnética que é produzida pela colisão de raios catódicos (feixe de elétrons) com um ânodo metálico, sendo um fenômeno de origem extranuclear. Tal concepção foi tomada como referência na análise dos dados.

Na categoria “*Radiação*”, observamos que os alunos percebem que existem relações entre estes conceitos, todavia em alguns casos não conseguem estabelecer essa relação de maneira adequada, afirmando que os raios X podem ser definidos como uma classificação

da radiação. Sabe-se, todavia, que os raios X são apenas um tipo de radiação e não propriamente uma classe.

A categoria “*Medicina*” surge caracterizada pela ideia da aplicação dos raios X na medicina, o que é comum, tendo em vista que depois da descoberta dos raios X sua aplicação na medicina foi fundamental, pois seria permitido identificar fraturas ósseas sem a necessidade de incisões cirúrgicas. Na medicina os raios X são utilizados nas análises das condições dos órgãos internos, identificação de fraturas, tratamento de tumores, câncer, doenças ósseas, entre outros.

Apesar da distinção presente entre os fenômenos de raios X e radioatividade, ainda há uma confusão quanto as suas características. Isso aparece na categoria “*Raios X e Radioatividade*.” Tal confusão entre os conceitos pode ocorrer devido à pouca compreensão entre os fenômenos, o que causa a estruturação incoerente das ideias a eles relacionadas. A confusão na compreensão desses fenômenos também pode ser observada por Rocha, Alves e Lima (2017).

De acordo com Ciscato e Pereira (2012) a radioatividade pode ser compreendida como o estudo das reações que ocorrem no núcleo atômico. Tais reações ocorrem devido à instabilidade de elementos químicos (os elementos radioativos), que por sua vez tendem a emitir partículas e/ou energia para alcançar a estabilidade. As reações nucleares se diferenciam das reações químicas, pois ela acontecem no núcleo dos átomos, enquanto as reações químicas ocorrem na eletrosfera. Tomaremos essa definição como referência na análise das categorias apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 10: Categorias referentes ao conceito de radioatividade. Questão 03 “*Use seus conhecimentos para definir os raios X e radioatividade.*”

Categoria	Descrição da Categoria	Unidades de Pensamento	Frequência
Fenômeno Nuclear	Radioatividade caracterizada como fenômeno nuclear.	“Radioatividade, fenômenos nucleares.” “Radioatividade: Acho que seria algo envolvendo a radiação em geral seja nuclear ou natural.”	02 alunos
Propagação	Radioatividade é a propagação de energia.	“Radioatividade - É a propagação de energia.”	01 aluno
Confusas	Respostas confusas ou não soube responder.	“Comportamento dos raios (radioatividade)” “E radioatividade não sei bem como definir.”	08 alunos

Na Tabela 10 são apresentadas 03 categorias sendo elas: *Fenômeno Nuclear*, *Propagação* e *Confusas*. A categoria “*Fenômeno Nuclear*” é caracterizada pelas unidades

de significado que apresentam essa característica para o fenômeno da radioatividade. A categoria *Propagação* considera a ideia apresentada, a qual a radioatividade definida como a propagação de energia. A categoria “*Confusas*” corresponde as unidades de significados que não foram compreendidas pelos pesquisadores ou não souberam responder.

Conforme a categoria “*Fenômeno nuclear*” podemos observar que as unidades que a caracterizam aproximam-se da definição apresentada por Ciscato e Pereira (2012), o qual utilizamos como base para essa análise. Tal concepção pode ser justificada pela construção desse conceito e algum momento na vida escolar dos estudantes, ressaltamos que de acordo com os mesmos já haviam tido contato com esse conceito durante as aulas regulares anteriores a aplicação da SEA. Na categoria “*Propagação*” a unidade de significado presente considera a ideia que a radioatividade é a propagação de energia, tal ideia também aproxima-se do que se considera cientificamente aceito.

A maioria dos alunos, 08 alunos, apresentaram “*Respostas confusas ou não souberam responder.*” Esse dado pode ser justificado pela ausência de interações que promovessem a compreensão desse conceito ou pela ausência da estruturação do próprio conceito, o que gera concepções erradas ou distorcidas sobre o mesmo.

Conforme a análise dos dados, pudemos observar que poucos alunos concebem uma concepção adequada dos fenômenos, assim, a proposta a seguir ocorre com o intuito de desconstruir concepções distorcidas e incoerentes sobre estes, partindo da compreensão da descoberta dos raios X e da radioatividade.

5.1.2 Análise das gravações em vídeo do primeiro encontro

Através da análises realizadas pelas gravações em vídeo percebemos que este encontro teve como o objetivo engajar os alunos em conceitos que seriam posteriormente trabalhados. Portanto neste encontro não foi possível a elaboração de categorias de acordo com a fala dos alunos.

Questão Problematicadora e Conceitos de Radiação e Onda

A questão problematizadora teve o objetivo de criar um problema inicial para engajar os alunos nas discussões sobre o tema que permeava a sequência. Deste modo, após a aplicação do questionário para conhecimento das concepções prévias dos alunos, a professora inicia sua exposição informando algumas curiosidades sobre a aplicação da radioatividade, bem como a leitura da questão problematizadora. Ao tempo em que apresenta tal questão, ela retoma a explicação de conceitos sobre os quais alguns alunos mostraram fragilidades no entendimento, tais como o conceito de isótopos. Os dados

coletados através de gravações em vídeo foram transcritos originaram o Quadro 03, o qual apresenta as interações entre professora e alunos, nesse momento inicial da aula.

A seguir, apresentamos a transcrição do episódio 09, o qual será tomado para uma análise da estrutura de interação. Antes, porém, de apresentarmos essa primeira transcrição, vamos informar ao leitor sobre alguns aspectos e códigos envolvidos nessa tarefa. Nos quadros em que as transcrições são apresentadas, existem duas colunas: na primeira, os turnos de fala são indicados por números; na segunda, encontram-se as transcrições. Nela, os locutores são identificados por códigos, onde os alunos são identificados pela letra A seguido de um número (Ex. A01, A02...) e os professores pela letra P seguido de um número (Ex. P01, P02...).

Para transcrição da linguagem oral adotamos os seguintes critérios: Usamos a reticência {...} para identificar um pensamento não concluído, os parênteses (), sempre que queríamos apresentar ao leitor uma explicação sobre algo relativo a fala dos locutores e a reticência entre parênteses (...), para identificar que algumas falas foram omitidas pela pesquisadora.

Quadro 03: Transcrição do Episódio 09 (Encontro 01).

Turno de fala	Transcrição - Episódio 09: Leitura das questões do questionário-prévio e discussão da questão problematizadora sobre o acidente radioativo com o Césio 137.
01	P01: Gente, todo mundo recebeu um questionário o qual vocês responderam algumas perguntas. A primeira pedia pra que vocês descrevessem o trabalho dos cientistas ou o trabalho científico, eu não vou discutir isso agora com vocês, mas será discutido ao longo das aulas. Foi só pra dar uma ideia em geral do que está por vir, certo? O que vocês entendem por radiação? Então, alguns já estudaram a radioatividade, já estudaram as radiações, e alguns acidentes como o de Chernobyl ou o que ocorreu com o Césio 137, já têm ideia do que seja radiação. Mas mesmo assim vamos retomar algumas concepções. É... Use seus conhecimentos para definir raios X e radioatividade. Nós temos dois temas aí que eu acredito que esteja bem presente e que são bem pertinentes na vida de vocês. Raio X, então, acho que todo mundo aqui já fez uma radiografia e principalmente quem usa aparelho nos dentes, quem já quebrou o braço ou quebrou o pé. E assim, quão importante é a utilização dos raios X para identificar fratura nos ossos, enfim. E radioatividade está presente em diversos lugares e de diversas formas, né? No caso, o mais conhecido deve ser para a produção de energia elétrica através das usinas nucleares, mas vocês sabiam também que a radioatividade é utilizada na agricultura?
02	A02: Nossa! Como assim?
03	P01: Ela é utilizada também na agricultura, com o intuito de... Manter e conservar os alimentos por mais tempo, então ela age destruindo também organismos patogênicos. Depois eu entreguei pra vocês uma outra questão, que é uma questão problematizadora, para que vocês tenham ideia do que está por vir a frente e o que vamos trabalhar ao final desta sequência e durante ela também, o texto traz algumas informações. O texto (questão problematizadora) diz o seguinte: Um dos maiores acidentes radioativos da história aconteceu com o isótopo Césio 137. Uma pergunta, todo mundo sabe o que é um isótopo? Todo mundo sabe? Ou nunca ouviu falar o que é um isótopo?
04	Alunos: Sim! A gente já ouviu falar.
05	P01: Mas sabem dizer o que é um isótopo?
06	Alunos: Não!

07	P01: Então vamos lá. Vamos lembrar dos modelos atômicos, vamos pensar no átomo, a gente sabe que o que caracteriza um átomo é o núcleo do átomo e no núcleo existe o que?
08	A01: Prótons!
09	P01: Prótons e o que mais?
10	A01: E nêutrons.
11	P01: Certo! E externo ao núcleo está a eletrosfera, onde ficam os elétrons. A gente sabe que os prótons têm cargas positivas, os nêutrons não têm carga nenhuma e os elétrons que ficam na parte externa ao núcleo têm carga negativa. Existem alguns compostos principalmente na radioatividade que são isótopos uns dos outros. E o que são isótopos? São aqueles compostos que tem o mesmo número de prótons ou o mesmo número atômico. Mas o que é que diferem um do outro? É o número de nêutrons. A gente sabe também que se mede a massa de um átomo a partir da massa dos prótons e nêutrons do núcleo, né isso? Então, no isótopo a gente tem uma massa diferente um do outro, porém o número atômico é igual porque o número atômico é o número de prótons. Então, nos isótopos nós temos o número atômico exatamente iguais porém o número de massa é diferente já que o número de nêutrons também é diferente. E se a gente sabe que a massa é a soma da massa dos prótons e dos nêutrons, e se o número de nêutrons vai variar, obviamente a massa também vai variar. Entendeu? Todo mundo entendeu agora o que é isótopo?
12	Alunos: Hunrum!
13	P01: Ótimo vamos continuar! (Leitura da questão problematizadora) Em setembro de 1986 na cidade de Goiânia-Go quando um aparelho de radioterapia desativado foi encontrado em um ferro-velho. Então, esse acidente que aconteceu com o Césio ocorreu com um aparelho de radioterapia que estava desativado, vocês já ouviram falar desse acidente?
14	A04: Já! Muitas vezes.
15	P01: E o que vocês sabem desse acidente?
16	A01: Ele foi o maior acidente radioativo que teve no Brasil.
17	P01: Não só no Brasil, mas o acidente com o Césio 137 foi o maior acidente no mundo fora de uma usina nuclear. O maior conhecido foi o de Chernobyl, mas o de Chernobyl ocorreu em uma usina nuclear e com o Césio não, com o Césio foi fora de uma usina nuclear. Esse desastre, esse acidente que ocorreu com o Césio fez centenas de vítimas, todas contaminadas através de radiações emitidas por uma cápsula que continha esse isótopo. Então, dentro do aparelho de radioterapia tinha uma cápsula que continha esse isótopo que é o Césio. E justamente o acidente aconteceu porque tiveram acesso a essa cápsula e posteriormente acesso direto ao isótopo que estava dentro dela. Este é considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora de usinas nucleares. Ele contaminou não apenas as pessoas, mas também as casas os móveis, as roupas, entre outros. A cidade de Goiânia, Goiás foi uma parte devastada, justamente por causa desse acidente que ocorreu com o Césio, que contaminou outras coisas também, não só as pessoas, tudo que estava próximo acabou sendo contaminado. Tendo em vista as normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear, todo material contaminado precisou ser descartado. Todo material que teve contato direto com o isótopo precisou ser descartado. Considerando o acidente de Goiânia por que é importante entender radioatividade? O que vocês acham? Entender radioatividade é importante para compreender o que aconteceu em Goiânia com o Césio?
	Os ruídos impossibilitaram da compreensão da resposta do aluno
18	P01: Então gente o que mais vocês entenderam? (Aguarda alguns segundos) Só ele se dispôs a falar? Ele se saiu muito bem com a resposta, mas gostaria de ouvir vocês também.
19	A02: Se as pessoas que estavam presentes, tivessem o conhecimento sobre radioatividade. Não teriam tido acesso a cápsula e não teriam contato que o material que estava lá também.
20	P01: Ótimo, muito bom! Então é nessa ideia mesmo, se as pessoas conseguissem compreender um pouco mais sobre o fenômeno, talvez esse acidente não teria acontecido. E como aconteceu, se as pessoas que tinham que intervir na situação, se não tivessem ideia do fenômeno e o conhecimento sobre radioatividade, não saberia

	como intervir. Quanto a questão do descarte e as atitudes que foram tomadas pra minimizar os danos desse acidente, só puderam ser tomadas ao conhecimento prévio sobre radioatividade dos agentes. E talvez o acidente poderia ser evitado se as pessoas que inicialmente tiveram contato com a cápsula, tivesse o mínimo de conhecimento sobre radioatividade. Vocês sabem qual foi o tratamento recebidos pelos pacientes que ficaram expostos a radiação? E como é que o lixo foi tratado? Alguém tem alguma ideia?
21	A04: Eu acho que enterrou.
22	A05: Os pacientes tiveram que ficar em isolamento total.
23	A01: O lixo foi enterrado e coberto com chumbo.
24	P01: Posteriormente vamos debater mais sobre isso. Mas realmente o lixo precisou se enterrado com espessas camadas de concreto para evitar a propagação desse tipo de radiação. Uma das coisas que inibe essa propagação é uma camada de concreto espessa ou chumbo.

Neste episódio, a professora P01 busca apresentar aos alunos a aplicação da radioatividade em outras esferas por eles desconhecidas como, por exemplo, na agricultura; todavia, procura manter discussões mais específicas sobre isso nas aulas posteriores. Em seguida, ela realiza a leitura da questão problematizadora com o intuito de criar um problema para engajar os alunos nas aulas que seriam desenvolvidas.

Durante a leitura da questão problematizadora, a professora P01 realiza perguntas sobre alguns conceitos envolvidos, como o de isótopos, para se assegurar de que os alunos iriam compreender a questão proposta. Como apresentado no turno 03 “[...] Uma pergunta, todo mundo sabe o que é um isótopo? Todo mundo sabe? Ou nunca ouviu falar o que é um isótopo?”. A partir daí, ela identifica a deficiência na compreensão desse conceito e inicia a explicação do mesmo a partir de outros conceitos científicos, como o conceito de átomo, de acordo com o modelo de Rutherford-Bohr criado em 1913, no turno 07 “Então vamos lá. Vamos lembrar dos modelos atômicos, vamos pensar no átomo, a gente sabe que o que caracteriza um átomo é o núcleo do átomo e no núcleo existe o que?” Deste modo, a professora P01 busca facilitar a compreensão do novo conceito a ser trabalhado, tendo em vista outros que são de conhecimento dos alunos, sendo identificados pelas respostas apresentadas nos turnos 08 e 10 respectivamente “Prótons” e “Nêutrons”.

A partir das respostas dos alunos a professora P01 no turno 11 segue explicando:

P01: Certo! E externo ao núcleo está a eletrosfera, onde ficam os elétrons. A gente sabe que os prótons têm cargas positivas, os nêutrons não têm carga nenhuma e os elétrons que ficam na parte externa ao núcleo têm carga negativa. Existem alguns elementos principalmente na radioatividade que são isótopos uns dos outros. E o que são isótopos? São aqueles que tem o mesmo número de prótons ou o mesmo número atômico. Mas o que é que diferem um do outro? É o número de nêutrons [...].

Em seguida, a professora P01 retoma a leitura da questão problematizadora e indaga aos alunos se eles já haviam ouvido falar sobre o acidente radioativo com o Césio 137.

Alguns alunos A04 e A01 afirmaram que sim como apresentado nos turnos 14 e 16 respectivamente “Já, muitas vezes” e “Ele foi o maior acidente radioativos que teve no Brasil”. Nota-se que apesar de a maioria dos alunos não conseguir explicar um fenômeno radioativo, já ouviu falar do acidente radioativo que ocorreu com o Césio 137, o que nos ajuda a compreender as associações de radioatividade com malefícios vista na Tabela 09. As informações que os alunos recebem seja em um ambiente escolar ou extraescolar corroboram também para o desenvolvimento de concepções estereotipadas de alguns fenômenos.

A professora P01 segue a leitura da questão realizando algumas explicações sobre o fenômeno, como visto no turno 17.

P01: Não só no Brasil, mas o acidente com o Césio 137 foi o maior acidente no mundo fora de uma usina nuclear. O maior conhecido foi o de Chernobyl, mas o de Chernobyl ocorreu em uma usina nuclear e com o Césio não, com o Césio foi fora de uma usina nuclear. Esse desastre, esse acidente que ocorreu com o Césio ele fez centenas de vítimas, todas contaminadas através de radiações emitidas por uma cápsula que continha esse isótopo. Então, dentro do aparelho de radioterapia tinha uma cápsula que continha esse isótopo que é o Césio e justamente o acidente aconteceu porque tiveram acesso a essa cápsula e posteriormente acesso direto ao isótopo que estava dentro dela [...].

A professora P01 finaliza o turno indagando os alunos sobre a importância de entender a radioatividade se considerarem esse acidente. Em resposta, a aluna A02 segue afirmando que a compreensão de fenômenos como esse pode evitar acidentes como o que ocorreu com o Césio 137 (turno 19):

A02: Se as pessoas que estavam presentes tivessem o conhecimento sobre radioatividade. Não teriam tido acesso a cápsula e não teriam contato que o material que estava lá também.

Através da resposta da A02 podemos observar como está expressa a importância de compreender o fenômeno da radioatividade e, portanto, demonstra ter incorporado a ideia proposta pela professora P01. A concepção que permeia o discurso da professora P01, que passa a ser compartilhado pelos alunos, é a de que o conhecimento sobre o fenômeno possibilita aos indivíduos tomar decisões diante de situações que podem causar danos. Em uma perspectiva mais ampla, a concepção subjacente é a de que a ciência e a construção do conhecimento científico promove uma formação cidadã, nos dando a possibilidade de assumir uma postura crítica diante de situações cotidianas (MOURA, 2012).

Em seguida, a professora P01 segue com mais explicações e os alunos apresentam algumas ideias sobre a indagação realizada pela por ela acerca dos tratamentos recebidos pelo lixo e pacientes que foram contaminados pela radiação. Todavia, a professora opta por não prolongar essa discussão já que esta questão voltaria a ser trabalhada em aulas posteriores.

A aula segue com as explicações da professora P01 sobre radiação e as características das ondas. Tal abordagem serviu para dar um subsídio inicial para o conceito de raios X e radioatividade e romper com concepções distorcidas associadas ao conceito de radiação.

5.2- Segundo Encontro

O segundo encontro é caracterizado pelo desenvolvimento da aula 04 da Sequência de Ensino-Aprendizagem. E teve a duração aproximada de 1 hora, 46 minutos, cujo objetivos foram: identificar e explorar as concepções dos alunos sobre a ciência e suas características a partir de uma perspectiva histórica sobre a descoberta dos raios X, de modo a possibilitar um avanço nas concepções iniciais.

Os dados apresentados abaixo são oriundos de duas formas de coleta: através de gravações em vídeo e do questionário pós-texto que continha 03 questões relacionadas ao texto sobre a descoberta dos raios X. Os dados do questionário aplicado neste segundo encontro também foram transcritos gerando categorias similares, evidenciando relações e mesmo concordância entre a fala e a escrita dos alunos. Notamos que dentre as características da ciência que mais se destacaram nessa discussão estão relacionadas a utilização de um método científico e a descoberta de novos fenômenos.

Este encontro foi iniciado com a retomada de alguns conceitos trabalhados na aula anterior como o de radiação e ondas, tais conceitos são fundamentais para a compreensão dos raios X que foram discutidos neste encontro e da radioatividade e foi discutido no terceiro encontro. Após a retomadas desses conceitos foi realizada pelos alunos a leitura do texto sobre a descoberta dos raios X, o texto abordava os experimentos realizados por Roentgen, apresentando suas hipóteses e conclusões, assim como a contribuição de sua descoberta para a medicina. Após a leitura, a professora conduziu uma discussão sobre o texto explicando conceitos não compreendidos pelos alunos, assumindo o discurso de autoridade em alguns momentos, mas procurando sempre dar voz ao aluno para que esta possa expressar suas opiniões e dúvidas, havendo muita interação entre os participantes que pode ser observadas nas transcrições do episódio 02 deste encontro. Após as discussões os alunos receberam um questionário contendo 03 questões referentes ao texto o qual puderam apresentar o que aprenderam durante o encontro.

Para favorecer a compreensão do leitor, apresentaremos a discussão segmentando-a em tópicos de acordo com a característica relativa a Natureza da Ciência que surgiu no decorrer do encontro.

5.2.1 Análise das gravações em vídeo do segundo encontro

A análise das gravações em vídeo nos possibilitaram, de acordo com a ATD, classificar de categorias relacionadas a Natureza da Ciência, durante todo o desenvolvimento do encontro. As categorias estão imersas nas discussões, todavia para melhor compreensão do leitor apresentaremos estas categorias aqui divididas em dois momentos, assim podemos perceber como os alunos avançam no sentido de uma melhor percepção da Natureza da Ciência.

No primeiro momento os alunos apresentaram algumas características do fazer científico que foram organizados originando as categorias a seguir: *Elaboração de hipóteses, Descoberta acidental, Utilização de um método científico único com etapas sequenciais, Ciência estuda os fenômenos da natureza, Ciência promotora de bem estar social, Verdades absolutas, Comprovação empírica.*

No segundo momento notamos uma avanço na ideia dos alunos que estão destacadas nas seguintes categoria: *Método científico com etapas mutáveis, Verdades que se adequam a situações específicas, Planejamentos falíveis.*

Concepção sobre Descoberta

Após a leitura do texto sobre a descoberta dos raios X, a professora solicitou aos alunos que expusessem suas compreensões sobre o mesmo. Para compreender as interações presentes apresentaremos abaixo um trecho da transcrição desse episódio.

Quadro 04: Trecho 01 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X.
01	P01: Bom gente, antes de começar a discutir sobre o texto eu gostaria que vocês me dissessem o que entenderam desse texto. Qual foi a ideia que vocês tiveram desse texto? Sobre o que o texto falava?
02	Alunos: Da descoberta dos raios X.
03	P01: Isso! Da descoberta dos raios X, mas e aí? De acordo com o texto, como vocês interpretam que tenha acontecido essa descoberta?
04	A04: Foi sem querer.
05	A06: Por acidente.
06	A07: Foi por causa da radiação.
07	A08: Eles estava fazendo um estudo ai descobriu.
08	P01: Gente fale alto.
09	A09: Ele descobriu o raio X por acidente.
10	P01: Acidentalmente, então foi uma descoberta acidentalmente. Mas eu queria mais características dessa descoberta acidental.
11	A06: Ele foi fazer uma coisa e acabou achando outra.
12	P01: O que ele estava tentando fazer então?

13	A09: Ele estava estudando a condutibilidade dos gases a baixa pressão.
14	A02: É isso aí que ele falou.
15	P01: Oi? O que ele estava estudando?
16	A09: Ele estava estudando a condutibilidade dos gases a baixa pressão.
17	P01: Ele estava estudando a condutibilidades dos gases a baixa pressão e o que foi que ele notou?
18	A01: Que havia uma fluorescência toda vez que a ampola era ligada.
19	P01: E o que mais? O que mais vocês conseguiram identificar? ... Mais nada? Vamos lá eu vou fazer uma segunda leitura do texto e nós vamos discutir alguns pontos. (Iniciou a leitura do texto) Então, vocês entenderam como acontecia o funcionamento da ampola de Crookes? Porque, na verdade foi a partir do estudo da ampola de Crookes que Roentgen chegou a descoberta que hoje conhecemos como raios X. Vocês conseguiram entender como era que essa ampola funcionava?
20	Alunos: Não!
21	P01: Ninguém conseguiu entender?
22	A02: Sim. Que tinha um burquinho que entrava ar. Eu só entendi isso!

Notamos que a professora P01 inicia a discussão perguntando aos alunos sua compreensão acerca das ideias apresentadas no texto, como podemos observar no turno 01 “Bom gente, antes de começar a discutir sobre o texto eu gostaria que vocês me dissessem o que entenderam desse texto. Qual foi a ideia que vocês tiveram desse texto? Sobre o que o texto falava?” De um modo geral, os alunos compreendem a ideia central do texto que é justamente a descoberta dos raios X, como apresentado no turno 02: “Da descoberta dos raios X.” Todavia, a professora P01 busca mais informações sobre como ocorreu essa descoberta para compreender que significados e sentidos os alunos atribuem a tal termo. Para tanto, ela investe nas interações, buscando explorar os pontos de vista dos alunos: “Isso! Da descoberta dos raios X, mas e aí? De acordo com o texto, como vocês interpretam que tenha acontecido essa descoberta?” Os alunos apresentam, a partir daí, a característica da descoberta como sendo algo acidental, por acaso, como visto nos turnos 04, 05 e 09.

A concepção apresentada pelos alunos, de descoberta como algo acidental ou ao acaso, é problemática e merece ser explorada e trabalhada pela professora P01. Tal ideia pode encobrir a percepção de que o cientista estava realizando experimentos na busca da melhor compreensão de um determinado fenômeno e que, para isso, ele precisou se apropriar de conhecimentos já produzidos acerca do mesmo, assim como planejamento e reflexão na interpretação dos dados, características fundamentais do fazer científico.

O termo “acidental” não é apresentado no texto, logo os alunos já apresentavam essa concepção consigo, sendo esta fruto de sua interpretação dos fatos. O texto discorria sobre as pesquisas realizadas por Roentgen (1845-1923), e como suas observações e reflexões o levaram a perceber e estudar o fenômeno o qual ele nomeou de raios X. esse sentido, o uso do termo “acidental” pode estar imbuído de sentidos que banalizam o complexo processo de produção de conhecimento na ciência.

Para que os alunos consigam compreender que uma “descoberta” não ocorre meramente ao acaso, como haviam inicialmente interpretado, a professora P01 segue

realizando questionamentos com o intuito de que os alunos percebam o processo de estudo, planejamento e reflexão que constitui o fazer científico. Buscando identificar o que Roentgen (1845-1923), estava estudando quando a descoberta ocorreu, a fim de destacar aspectos informados no texto, a P01 realiza uma segunda leitura, explicando mais claramente o experimento de Roentgen. Como apresentado no turno 19.

P01: E o que mais? O que mais vocês conseguiram identificar? ... Mais nada? Vamos lá eu vou fazer uma segunda leitura do texto e nós vamos discutir alguns pontos. (Iniciou a leitura do texto) Então, vocês entenderam como acontecia o funcionamento da ampola de Crookes? Porque, na verdade foi a partir do estudo da ampola de Crookes que Roentgen chegou a descoberta que hoje conhecemos como raios X. Vocês conseguiram entender como era que essa ampola funcionava?

A indagações realizadas pela professora seguem com o intuito de que os alunos tenham melhor clareza do contexto do experimento realizado e de toda a elaboração conceitual nela envolvida, bem como compreendam como ocorre a produção dos raios X. Nesse sentido, a compreensão de aspectos fundamentais da natureza da ciência vai se desenvolvendo atrelada à elaboração dos conceitos químicos envolvidos.

Neste encontro a P01 busca ressaltar algumas características do fazer científico presentes no texto, de modo a engajar os alunos nas discussões para que os mesmos pudessem reestruturar suas ideias construindo novas concepções acerca da NdC. Vale ressaltar que a P01 optou por trabalhar o conceito de “descoberta” no encontro seguinte, pois disporia de mais elementos que favoreciam a construção conceitual em torno desse tema.

Concepção sobre hipótese.

Após a explicação da professora sobre o funcionamento da ampola produzida por Crookes e estudada por Roentgen e a natureza dos raios catódicos, as discussões seguem dando origem ao surgimento de novas características do fazer científico, como por exemplo a elaboração de hipóteses. Como observamos no trecho do episódio 04 representado no Quadro 05, a seguir.

Quadro 05: Trecho 02 da transição do Episódio 04 (Encontro 02)

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X.
29	P01: Ele começava a brilhar. Então, despertou o olhar de Roentgen em relação a esse fenômeno, né? Ele percebeu que toda vez que ele ligava a ampola a placa de platinocianeto de bário ficava fluorescente, e toda vez que ele desligava ampola a placa deixava de ficar fluorescente. Então, qual foi de acordo com o texto a hipótese que Roentgen gerou em relação a essa observação que ele fez?

30	A05: Ele criou algumas hipóteses sobre a causa da luminescência na placa. Ele observou que a placa fluorecia toda vez que a ampola era ligada ele descobriu um tipo de radiação nova.
31	P01: Então, essa foi a hipótese de Roentgen. Por que o que era que se sabia dos raios catódicos?
32	A01: Que eles só se propagavam no vácuo.
33	P01: Que eles só se propagavam no vácuo e o que mais?
34	A05: E com presença de gases.
35	P01: Com presença de gases, mas ele deixava o gás
36	A01: Luminescente.
37	P01: Luminescente, mas se esses raios saíssem da ampola rapidamente eles seriam absorvidos no meio externo né, porque o meio externo é composto por vários gases e tornaria os gases externos também luminescentes, só que era isso que estava acontecendo?
38	A01: Não!
39	P01: O que foi que aconteceu na verdade?
40	A01: Só a placa de platinocianeto de bário começou a fluorescer.
41	P01: Então ele começou a refletir e criar algumas hipóteses em relação aos raios catódicos. Os raios catódicos só se propagam no vácuo e que no ambiente ele causaria uma fluorescência nos gases, então ele estava diante de um novo tipo de radiação. Então, qual foram as conclusões que Roentgen havia chegado em relação a isso?
42	A01: Que ela não precisava de vácuo para se propagar.
43	P01: A nova radiação?
44	A01: Isso!
45	P01: Ela não precisava de vácuo para se propagar. O que mais?
46	A01: Que tinha o maior poder de penetração, porque ele tinha colocado a caixa de papelão e tinha fluorecido do mesmo jeito, a placa.
47	A06: E só a placa de chumbo poderia bloquear.
48	P01: Perfeito então ele foi fazendo várias observações. E foi observando várias características diferentes. Uma coisa que eu quero chamar a atenção de vocês em relação a esse fato histórico é que, como eu falei Roentgen criou algumas hipóteses. Vocês sabem o que são hipóteses? Quem poderia me dar uma definição do que seria uma hipótese?
49	A04: É o que você não tem certeza, mas que você procura estudar pra saber se a hipótese é verdadeira.
50	A07: Algo que você não tem certeza.
51	A03: Seriam as probabilidades de estudo.
53	P01: Seriam as probabilidades de estudo, algo que você não tem certeza. Quem poderia me dizer mais alguma coisa?
54	A02: Hipótese são, informações adquiridas através de experiências ou talvez não necessariamente, porém são elas que... é a partir delas que surgem a teoria, ou seja, a partir do teste delas seria criada a teoria.
55	A10: O método científico.
56	A01: É aquela né, segue uma ordem: observação do fato, formulação de hipótese, experimentos em laboratório e confirmação da teoria.

A abordagem apresentada pela professora P01 se orienta no sentido de discutir através do episódio histórico, características da ciência. Para tanto, ela procura sempre fazer indagações que promovam a reflexão dos alunos, como apresentado no turno 29.

P01: Ele começava a brilhar. Então, despertou o olhar de Roentgen em relação a esse fenômeno, né? Ele percebeu que toda vez que ele ligava a ampola, a placa de platinocianeto de bário ficava fluorescente, e toda vez que ele desligava ampola, a placa deixava de ficar fluorescente. Então qual

foi, de acordo com o texto, a hipótese que Roentgen gerou em relação a essa observação que ele fez?

É perceptível o esforço da P01 em ressaltar aspectos característicos do fazer científico, ao tempo em que busca explorar e trabalhar os pontos de vista apresentados pelos alunos, guiando-os em direção a uma elaboração mais sofisticada que as concepções iniciais e transpondo obstáculos que se apresentem nesse caminho.

A elaboração de hipóteses, assim como a realização de experimentos, aspectos verificados pelos alunos no texto e explicitados em suas falas, são características das ciências da natureza, sendo apontadas por Cobern e Loving (2001) e Niaz (2001). Portanto, fez-se necessário compreender que significados os alunos estavam atribuindo a tais processos a fim de que fossem promovidas reflexões que resultassem na superação de uma percepção superficial ou ingênua sobre os mesmos. O intuito é promover a superação de estereótipos sobre a ciência que fazem parte de um discurso superficial sobre a mesma, divulgado em meios de comunicação, livros didáticos e mesmo na escola, e que acaba sendo incorporado pelos alunos. Para tal, a professora P01 segue realizando alguns questionamentos com o intuito de compreender a concepção de hipótese apresentada pelos alunos, como no turno 48.

P01: Perfeito, então ele foi fazendo várias observações. E foi observando várias características diferentes. Uma coisa que eu quero chamar a atenção de vocês em relação a esse fato histórico é que, como eu falei Roentgen criou algumas hipóteses. Vocês sabem o que são hipóteses? Quem poderia me dar uma definição do que seria uma hipótese?

Os alunos interpretam a hipótese como algo incerto, em que a veracidade é alcançada através de estudos, como descrito pela aluna A04 no turno 49: “É o que você não tem certeza, mas que você procura estudar pra saber se a hipótese é verdadeira.”. A aluna A02 afirma que as hipóteses são resultados de experimentos e que elas contribuem para a elaboração de novas teorias (turno 54): “Hipótese são, informações adquiridas através de experiências ou talvez não necessariamente, porém são elas que... é a partir delas que surgem a teoria, ou seja, a partir do teste delas seria criada a teoria.” A aluna A02 parece perceber que não há uma linearidade nas etapas do processo científico e que a hipótese pode surgir após a realização de experimentos, assim como gerar ideias que serão testadas através do experimento este servindo como “ponta pé” inicial na elaboração de uma teoria. Todavia, tendo em vista que a professora P01 seguiu buscando os pontos de vista dos demais alunos, a aluna não foi instigada a explicitar melhor suas ideias.

Nos turnos 55 e 56 aparece a ideia de método científico. “O método científico.” e “é aquela né, segue uma ordem: observação do fato, formulação de hipótese, experimentos em laboratório e confirmação da teoria.”. Podemos observar que os alunos estabelecem uma relação entre o conceito de hipótese e o método científico, deste modo a hipóteses caracteriza-se como uma das etapas de método que de acordo como as concepções dos alunos segue uma ordem linearizada de acontecimentos, assim o método científico também é visto como método único. Como discutido anteriormente, essa ideia é bastante divulgada em livros didáticos e é vista como a sequência de etapas que leva as verdades científicas, e nas próprias aulas de ciências onde são propagadas pelos professores, Marques (2015) discute a importância do investimento da História da Ciência nos cursos de formação de professores de ciência, para romper com essa ideia distorcida que é repassada e tem se propagado devido à pouca compreensão de alguns professores acerca da Natureza da Ciência.

Após algumas discussões, a professora retoma o conceito de hipótese apresentando um conceito final; para tanto, ela usa exemplos em busca de uma melhor compreensão dos alunos, mas sem deixar de abrir espaço para que eles se expressem.

Quadro 06: Trecho 03 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X.
74	P01: (...) Os raios catódicos e que esses raios tinham uma natureza negativa, mas se sabia também sobre os raios catódicos só se propagavam no vácuo e que rapidamente era absorvido pela matéria então esses raios catódicos não estavam saindo da ampola, porque se eles tivessem saindo da ampola toda região externa ficaria luminescente, porque ele causava ela luminescência nos gases. Então qual foi a hipótese que ele teve, Roentgen? Opa! Esse raio não é um raio catódico esse é um novo tipo de raio e aí o que foi que ele fez quando ele observou e criou essa hipótese?
75	A04: Fez um teste.
76	P01: Ele começou a fazer vários experimentos para entender o que era esse novo tipo de radiação esse novo tipo de raio que ele estava descobrindo. Vamos lá! Inicialmente eu perguntei a vocês o que era uma hipótese e vocês me deram algumas respostas eu vou fazer uma é... tipo uma analogia para que vocês percebam o que é uma hipótese e aí vocês vão me responder de novo o que é uma hipótese. Por exemplo, estou usando meu computador e num belo dia de manhã eu quero estudar e meu computador não liga, aí eu vou começar a pensar quais seriam os fatores que teriam influenciado para que esse fenômeno acontecesse, ele não ligou por quê?
77	A04: Tá descarregado.
78	A05: Ele pifou!
79	P01: Alguma placa queimou. Então, todas essas ideias lançadas em relação ao fenômeno que eu observei que foi ligar meu computador são chamadas de hipóteses. E o que são hipóteses? São possíveis respostas imediatas para o meu problema. Então, o que era a hipótese de Roentgen? Era uma possível resposta imediata ao problema que ele tinha ali. A questão da fluorescência da placa de platinocianeto de bário, logo ele começou a pensar: Que tipo de radiação é essa? Não é raios catódicos, essa foi a primeira hipótese que ele teve, justamente pelo que se conhecia pelos raios catódicos e aí ele começa a testar as hipóteses. No caso do meu computador o que eu deveria fazer?
80	A04: Colocar na tomada.

81	P01: Vou colocar na tomada, pra ver se não era a questão de ter descarregado. Ai eu já fiz o que? Um teste um experimento de certa forma ai eu vejo que não funcionou, ai eu vou e levo em um técnico pra ver se a placa mãe quebrou, se ele pifou. Então assim, eu vou criando métodos pra testar minhas hipóteses né isso? Eu fui fazendo várias coisas para poder qual seria a origem do meu problema. E assim também acontecem com os cientistas, eles criam as hipóteses que são as possíveis respostas para o problema e ai ele vai testando para confirmar qual realmente pode ser caracterizada como uma hipótese verdadeira e qual não pode e foi isso que Roentgen fez ele teve a ideia de que seria uma radiação diferente dos raios catódicos e começou a fazer alguns testes. O que foi que ele fez? Ele aproximava a placa da ampola ligada e iria se afastando cada vez mais para perceber até onde essa placa permaneceria fluorescente em relação a distância do tubo. Ai, o que foi que ele fez? Então se eu cobrir o tubo com uma caixa de papelão ou papel opaco pra ver se a luminescência continua? A luminescência continua depois ele decidiu colocar cartas entre a ampola e o tubo e percebeu que a fluorescência continuava. Ele percebeu que a radiação tinha um grande poder de penetração, além de percorrer uma certa distância. Conforme ele iria se afastando iria também observando se a luminescência permanecia, dessa forma ele percebeu outras características, eles são raios longitudinais, eles alcançam uma certa distância. Essas foram características que ele foi observando, essas características puderam ser observadas através das experimentações que ele foi realizando baseado nas hipóteses.
82	A05: Ele foi criando hipóteses e foi testando.
83	P01: Isso! Ele foi criando várias hipóteses e foi testando todas elas até chegar a algumas conclusões em relação a esse tipo de radiação. Um certo dia ele fez o seguinte experimento: Ele percebeu que a única coisa que conseguia bloquear esse tipo de radiação era um material. Qual era?
84	A06: Chumbo!
85	P01: Chumbo, ai ele foi fazendo tantos experimentos com esses raios para entender a natureza e entender o que era aquele novo tipo de... Aquele novo fenômeno que estava diante dele. E aí ele usou um disco de chumbo e percebeu que na placa ficou não só o desenho do disco de chumbo, mas também os ossos da mão dele, sem falar que foi uma surpresa pra ele perceber que ele pode observar os ossos agora também. Depois disso essas placas fluorescentes foram substituídas por chapas fotográficas e aí essas chapas fotográficas eram reveladas e ficava exatamente o desenho dos materiais que ficavam entre o trajeto dos raios.

Com o intuito de apresentar o conceito de hipóteses a professora P01 se utiliza de uma analogia, como visto no turno 76.

P01: [...] Por exemplo, estou usando meu computador e num belo dia de manhã eu quero estudar e meu computador não liga, aí eu vou começar a pensar quais seriam os fatores que teriam influenciado para que esse fenômeno acontecesse, ele não ligou por quê?

Como podemos observar, ela cria uma situação problema nesse caso o problema seria “o que levou ao computador a não ligar?” e assim os alunos puderam apresentar algumas possíveis respostas para esse problema como visto nos turnos 76 e 77 respectivamente “Tá descarregado” e “Ele pifou”. Deste modo, a professora P01 segue as discussões apresentando um conceito de hipótese como visto no turno 79 “[...]E o que são hipóteses? São possíveis respostas imediatas para o meu problema [...]”. Observe que a professora P01 busca sempre direcionar os alunos para observar as características da ciência apresentadas no texto ainda no turno 79 sobre hipótese ela afirma:

P01: Então, o que era a hipótese de Roentgen? Era uma possível resposta imediata ao problema que ele tinha ali. A questão da fluorescência da placa de platinocianeto de bário, logo ele começou a pensar: Que tipo de radiação é essa? Não é raios catódicos, essa foi a primeira hipótese que ele teve, justamente pelo que se conhecia pelos raios catódicos e aí ele começa a testar as hipóteses.

As discussões seguem para melhor compreensão dos alunos sobre características científicas que podem ser observadas no texto, como também informações presentes no próprio texto que não foram observadas e interpretadas pelos alunos.

Características da ciência

A discussão sobre o método científico desencadeou uma frutífera discussão sobre o que é ciência. De fato, tais noções encontram-se intimamente relacionadas. Em certo momento da interação tratando sobre método científico, a professora considera oportuno abordar o conceito de ciência; todavia, sem a pretensão de apresentar uma ideia pronta, acabada, mas buscar evidenciar e problematizar certos estereótipos presentes nas concepções dos alunos a fim de conduzi-los a percepções relacionadas às contribuições mais recentes da História e Filosofia da Ciência. Vejamos um excerto dessa discussão no Quadro 07, que segue.

Quadro 07: Trecho 04 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X.
59	P01: Aí, a partir desse método científico alguém poderia definir ou dizer o que entende por ciência? Já que você me falou que a ciência ela se embasa em um método científico né, então para que eu faça ciência eu preciso passar por uma série de etapas, a hipótese, a observação, a experimentação você citou alguns, e a criação de teorias, e aí? Eu sei que uma das primeiras perguntas que eu fiz foi sobre o que é ciência, lá na identificação das concepções prévias de vocês, mas até então nós não tínhamos discutido o que era ciência ainda. Então, vocês me citaram algumas características do que é conhecido como método científico, então se a gente pensa que a ciência precisa de um método, então o que é ciência? Quais são as características da ciência? O que eu posso considerar como ciência?"
60	A02: Ciência é o estudo dos fenômenos da natureza para ajudar a nós humanos a viver melhor, sendo ela radiação ou qualquer outro tipo de fenômeno que existe, eu acho.
61	P01: Bom, alguém pode me dar alguma outra ideia do que entende sobre ciência?
62	A03: Tudo que você pode estudar e provar, como as teorias.
63	P01: Bom, pra quem me disse essa resposta aqui, pra você mocinha que me disse tudo que podemos estudar e provar. Como é que você acha que eu posso provar isso?
64	A03: Como assim?
65	P01: Pronto! Você falou bem assim... eu perguntei o que é ciência e você me respondeu se eu não me engano. Tudo que se pode estudar e provar não é isso? Como é que você acha que ocorre essa prova? Como eu posso provar isso?
66	A04: A partir de experiências.
67	A03: Primeiro você cria sua teoria; a partir de sua teoria você vai criando hipóteses de como você pode provar tal coisa, você vai fazer vários testes e a partir disso...

68	P01: Qual a natureza desses testes?
69	A01: Que pode ser observado em nanoescala.
70	P01: Esses testes são experimentais é isso?
71	Alunos: Sim!
72	<p>P01: Alguém mais tem alguma ideia acerca do que é ciência? Heim gente? Alguém mais tem alguma ideia do que é ciência? Gente! Não tenham medo de estarem certos ou errados, a gente está aqui para aprender tanto eu aprendo com vocês como eu espero que vocês aprendam comigo. Mas vamos lá eu quero entender o que vocês sabem sobre ciência. Alguém mais? Ninguém? Então vamos lá!</p> <p>Mais uma pergunta, vocês acreditam que o que Roentgen estava tentando fazer no momento em que ele estava estudando a ampola de Crookes, que ele percebeu que a placa de platinocianeto de bário que estava próxima a ampola e começava a ficar fluorescente quando ele ligava a ampola e que ela deixava de ser fluorescente quando a ampola era desligada, então ele observou esse fenômeno e aí ele começou a criar algumas hipóteses, né isso? Na verdade ao que eram relacionadas as hipóteses que Roentgen estava pensando era justamente a natureza do tipo de radiação que estava sendo emitida pela ampola de Crookes, porque até então, quando se estudou a ampola de Crookes se sabia que ela emitia um tipo de radiação que radiação era essa?</p>
73	A01: Raios catódicos.

A professora P01 estava fazendo o uso de uma abordagem de discurso dialógica, com a intenção de explorar os pontos de vista dos alunos. Neste sentido ela não preocupa-se em desconstruir ideias errôneas apresentadas, mas entendê-las melhor. Portanto ela segue as discussões indagando os alunos acerca do que é caracterizado como ciência, tal abordagem aparece no turno 59 “[...] Quais são as características da ciência? O que eu posso considerar como ciência?”. Diante de tal questão, os alunos apresentam algumas características que revelam suas ideias sobre da Natureza da Ciência.

A aluna A02, no turno 60, considera que “Ciência é o estudo dos fenômenos da natureza para ajudar a nós humanos a viver melhor, sendo ela radiação ou qualquer outro tipo de fenômeno que existe, eu acho.” Podemos classificar, nesta fala, duas unidades de significado distintas: A primeira está relacionada à compreensão de *ciência como o estudo da natureza*. Segundo a aluna, a ciência tem o objetivo de estudar a natureza, seus constituintes e fenômenos. Vale ressaltar que as ciências (mesmo as da natureza) não estudam apenas os fenômenos naturais, pois muitos fenômenos estudados também são criados pelo homem e não existem “naturalmente”. O homem busca entender o universo a sua volta sim, mas ele também produz fenômenos que só existem através de técnicas relacionadas a aparelhos e instrumentos criados pelo próprio homem, podemos citar, por exemplo, a produção dos raios X, que são o foco deste encontro.

A segunda unidade de significado envolve a compreensão de *ciência como promotora do bem estar social* o que se evidencia no trecho “[...] pra ajudar a nós seres humanos a viver melhor [...]”. Acreditamos que a ciência pode apresentar uma função social, ela influencia na sociedade como também pode ser influenciada por ela, mas acreditar apenas nesse viés seria apresentar uma visão ingênua de ciência por encobrir o fato de que a

ciência como qualquer outra atividade humana pode estar vinculada a interesses de classes em uma sociedade. Um exemplo disso é a quantidade de aparatos tecnológicos que surgem não necessariamente devido as necessidades humanas, mas a interesses econômicos. Nesse sentido, necessidades não são apenas verificadas para serem sanadas, mas geradas pelo sistema e os homens acreditam nessa ideias e passam a “viver para consumir” e não “consumir para viver”.

Outra característica apresentada pelos alunos está relacionada a validação científica, como descrito pela aluna A03 no turno 62: “Tudo que você pode estudar e provar, como as teorias.” De acordo como as alunas A04 e A03 o ato de provar pode ser realizado a partir da utilização de experimentos, como visto nos turnos 66 e 67 consecutivamente ocorre “A partir de experiências.” e “Primeiro você cria sua teoria, a partir de sua teoria você vai criando hipóteses de como você pode provar tal coisa, você vai fazer vários testes e a partir disso...”. Destacamos a palavra *provar* que nesse contexto faz a ciência assumir o papel de válida por ser verídica.

A ciência, diferentemente de outras formas de conhecimento, apresenta a preocupação com o processo de validação do conhecimento produzido, todavia essa transcende os experimentos e dirige-se a uma comunidade de práticas como discutido por Kelly (2005). De acordo com Cobern e Loving (2001), a validação científica deve ocorrer através da aprovação da comunidade científica, a realização dos experimentos em si não é o suficiente para determinar se o conhecimento é válido, sem que esse tenha a autorização da comunidade científica.

As discussões seguem e a concepção de ciência é retomada logo após. Deste modo, a professora P01 passa a assumir um discurso de autoridade (apresentado no turno 89, Quadro 08) para destacar características não mencionadas pelos alunos, tais como a ideia de que a ciência é um processo de construção humana e, como tal, envolve um corpo de conhecimentos, os quais podem ser sempre postos em questionamento, não estando assim prontos e acabados mas, ao contrário, seguem se modificando.

Outro ponto destacado pela professora, refere-se à influência da cultura no fazer científico. Considerando-se que a ciência é uma construção humana e que os seres humanos estão imersos em uma cultura não há como negar a influência desta sobre o fazer científico. Com relação ao trabalho dos cientistas no laboratório, ela destaca também a importância da observação para percepção dos fenômenos, ressaltando, todavia, como tal observação sempre se encontra impregnada de teorias. Nesse sentido, o fenômeno ou fato científico é sempre construído e não “descoberto”.

As explicações e discussões propostas pela professora P01 buscam destacar alguns aspectos citados brevemente no texto, como a influência da religião e cultura no período da descoberta dos raios X, sobre a o desenvolvimento científico.

Quadro 08: Trecho 05 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)

Turno de fala	Transcrição – Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X.
89	P01: (...) E essa descoberta (referindo-se a descoberta dos raios X) foi muito importante, pois movimentou a comunidade científica e principalmente na área de medicina, porque nessa época como diz no finalzinho do texto, as pessoas acreditavam que se você cortasse o corpo cortava também a alma e ela poderia sair do seu corpo. Então tinha toda um questão religiosa (...) Com essas ideias de que abrir o corpo e você cortar sua alma, abrir o corpo e a alma sair do corpo, impedia de uma certa forma que algumas evoluções científicas ocorressem. Então, quando a gente pensa em ciência muita coisa influencia, como a religiosidade, a economia do país, então a ciência não se faz sozinha, se faz dentro de um contexto e como a gente está dentro de um contexto tudo ao nosso redor também influencia. Até a própria cultura do cientista porque imagine só, se você tem uma ideia sobre uma determinada coisa, essa ideia foi fruto da cultura que você está inserido, imagine o que pra você é normal para outra pessoa pode não ser e o que é que lhe diferencia da outra pessoas? As culturas, então a cultura influencia também e diretamente na ciência. Porque as pessoas que faziam ciência eram cientistas, mas também pessoas que estavam imersos numa determinada cultura.
90	A05: Influencia em tudo a cultura.
91	P01: Exatamente, a cultura influencia em tudo. E influenciava obviamente na ciência, já que a ciência é um processo de construção humana. São pessoas que fazem ciência e essas pessoas não estão ao acaso elas estão imersas em uma cultura que também influencia nesse fazer científico. Mas voltando aqui sobre as definições de ciência que vocês me deram. Uma das pessoas disseram aqui que a ciência é o estudo de fenômenos naturais, vocês concordam?
92	A05: Sim.
93	P01: E que a ciência é isso e está a favor do nosso bem estar?
94	A05: Não só isso a favor do nosso bem estar, mas algo que possa questionar a sociedade em determinado momento.
95	P01: Até porque, a ciência ela não acontece só na sociedade. Todo conhecimento científico atinge de uma certa forma a sociedade. Os raios X, por exemplo, a descoberta dos raios X. Então imagine só numa época que se você fraturou um braço precisava abrir o seu braço ai se quando abrisse percebesse que a fratura não foi aqui ela foi aqui. E tinha que cortar mais encima. E ai o raios X foi uma descoberta importante porque eu não preciso mais abrir uma pessoa pra entender onde aconteceu a fratura. Agora com a utilização dos raios X eu preciso somente submeter a pessoa a o exame para perceber onde ocorreu a fratura. Só que inicialmente não se sabia sobre algumas características dos raios X que são muitos importantes que a gente vai discutir agora. Uma das características, não sei se vocês perceberam no espectro eletromagnético, ele é uma radiação ionizante, aqui nós temos os raios X e uma das características é que ele é uma radiação ionizante e também ele é uma radiação de alta frequência e retomado esse conhecimento. Entendo que ele é uma radiação de alta frequência agora a gente pode compreender o experimento de Roentgen quando ele começou a afastar a placa e a colocar materiais na trajetória do tubo para a placa e perceber que essa radiação era capaz de penetrar certos materiais. O poder de penetração dessa radiação é muito grande e isso é causado devido à alta frequência dessa radiação. Como foi um achando pra medicina a descoberta dos raios X, logo muitos experimentos foram feitos, imagine só com a descoberta desse porte para medicina então os médicos e cientistas caíram encima desse fenômeno para tentar compreender como acontecia e quais as características desse fenômeno. Então, queriam entender como o corpo funcionava de todas as formas, logo começaram a fazer raios X como dizem “a doidado” até chegar ao ponto de colocar uma pessoa, um dançarino em frente a uma máquina de raios X enorme, para perceber a movimentação dos ossos durante toda sua dança só que o que

	aconteceu? O dançarino morreu! Porque o tipo de radiação...
96	A02: Era isso que eu iria perguntar. Tipo morreu muita gente né fazendo esse tipo de experimentos, porque ...
97	P01: E isso faz parte do fazer científico.
98	A03: As pessoas que trabalham com isso com raios X, eles se aposentam mais cedo, né? Por causa disso?
99	P01: É tem uma questão de periculosidade.
100	A03: É então eles se aposentam mais cedo.
101	P01: Como os raios X são um tipo de radiação ionizante e eles podem causar malefícios a nossa saúde. Porém não é tipo: Ah! Eu vou tirar um raio X hoje e já vou morrer. Não é assim, o raio X é uma radiação ionizante, mas hoje se tem o controle para saber a quantidade exata de radiação que pode ser emitida sem ser prejudicial. Então, muita gente aqui já usou aparelho ou pelo menos já fez uma radiografia e todo mundo sabe que não pode fazer muitas radiografia durante um ano ou um período de seis meses e isso se justifica porque o raio X é uma radiação ionizante e ela causa justamente a questão da ionização das nossas células e pode desenvolver um problema maior pra gente, por isso devemos ter cuidado com os raios X. Como para falar de raios X não tem como não falar de ciência então a gente volta de novo. Estou fazendo esse vai e volta, pra que vocês possam compreender algumas coisas. O que vocês acham que o que Roentgen estava fazendo quando ele estava no laboratório observando os fenômenos. Era ciência?
102	Alunos: Sim!
103	P01: Era ciência? E a ciência ela tem sempre um método certinho?
104	A01: Sim!
105	P01: Tem sempre tudo certinho, é sempre tudo planejado é sempre ...
106	Alunos: Não!
107	A05: Não, porque se você tá descobrindo algo ele vai tipo é o que vier na cabeça, não hoje eu vou fazer desse jeito, se não der certo amanhã eu vou fazer de outro.
108	A03: Mas ele precisa de um método.
109	P01: Mas imagine só, quando eu começo a dizer: Ah! hoje eu vou fazer desse jeito é por acaso ou eu tenho um planejamento que explique porque eu vou fazer desse jeito?
110	A07: Tem um planejamento.
111	A05: Um pouco dos dois pois de certo modo você tem o conhecimento do que você tá fazendo, você saber como é.... planejar aí acaba criando as experiências.
112	A04: Mas o planejamento pode também não dar certo.
113	A03: Mas mesmo assim ele foi por um método científico, porque primeiro ele criou a teoria, depois criou a hipótese. Na verdade a hipótese veio antes, depois ele fez a teoria, depois fez os testes até chegar no resultado final.
114	P01: Imagine só! Toda vez que um cientista vai a um laboratório realizar um experimento ele precisa ter um conhecimento prévio, é interessante que vocês entendam isso, ele precisa de um conhecimento prévio, porque ele não vai chegar simplesmente em um laboratório e dizer: Ah! Não, hoje vou fazer isso. Todo mundo quando vai pesquisar alguma coisa, inicialmente tem as hipóteses sobre o que quer saber, né? Faz um planejamento: o que que eu quero saber em relação a isso? O que que eu quero visualizar nesse fenômeno? Apesar dos colegas falarem sobre o método científico, mas nem sempre a ciência tem um método exato e que seja preciso. Veja só! Roentgen estava tentando entender como era o funcionamento e estava estudando um pouco mais sobre a ampola de Crookes. E aí ele percebeu, visualizou um outro fenômeno o qual ele deu importância, percebeu que esse fenômeno... Olhe só a importância, Roentgen percebeu que esse fenômeno era um fenômeno diferente do que ele já conhecia. Então, até pra reproduzir a ampola Roentgen precisou ter estudado, precisou saber o que era a ampola precisou saber como ela funcionava, precisou saber que o que causava a fluorescência eram os raios catódicos, então assim... os experimentos que são feitos no laboratório não se originam do nada. O cientista precisa ter um arcabouço teórico para chegar ao laboratório e eles são sim intencionais, porém algumas descobertas a priori pode parecer fruto do acaso como a de Roentgen, mas ele precisava de algumas teorias que pudessem ser capaz de explicar algumas coisas. Imagine só se ele conhecesse que os raios catódicos só se propagavam no vácuo. Qual era a conclusão que Roentgen teria

	em relação a fluorescência na placa?
115	A01: Que eram os raios catódicos.

Neste trecho podemos destacar algumas características da ciência apresentada pela professora. Nos turnos 89, 91 e 95 ela destaca que a ciência é um processo de construção humana, sendo influenciada pela religião, cultura, política e economia relacionando com aspectos do texto, os quais abordavam as contribuições da descoberta dos raios X para a medicina, já que havia uma influência cultural forte na crença que se o corpo fosse cortado a alma também seria, o que dificultava o tratamento de fratura nos ossos. Antes da descoberta dos raios X, para detectar fraturas eram necessárias incisões cirúrgicas. Ressalta ainda a relação da ciência com a comunidade científica e seu impacto direto na sociedade como apresentados nas discussões a seguir. Assim a professora P01 busca extrapolar fatores abordados no texto na busca de melhor compreensão do tema abordado.

Quando pensamos na ciência gerando impactos diretos na sociedade, é importante refletir sobre esses impactos, sejam eles positivos ou negativos. Nesta perspectiva, o trecho compreendido entre os turnos 95 e 100 apresentam uma discussão sobre os malefícios da exposição excessiva ao raios X. A aluna A03 apresenta o fato de que pessoas que trabalham com esse tipo de radiação aposentam-se mais cedo que outras pessoas que trabalham em campos que não as expõem a tal periculosidade: “As pessoas que trabalham com isso, com raios X, eles se aposentam mais cedo, né? Por causa disso?”. Notamos através dessa fala de A03 um avanço na percepção de que a ciência não está exclusivamente a favor de um bem estar social, mas que existe também impactos negativos promovidos pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Essa discussão aborda superficialmente a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, que é bastante complexa. Nota-se que as discussões possibilitadas pela leitura do texto vai promovendo o direcionamento do olhar dos alunos sobre tais questões. Trata-se de um caminho a ser percorrido e ele está se iniciando. A discussão passa a envolver aspectos importantes, mas eles não são “fechados” em uma aula. Mas, se desenvolvem gradativamente conforme o desenvolvimento das aulas.

A discussão prossegue e P01 retoma a ideia de ciência baseada no método, questionando os alunos em relação às características do mesmo. Quando a professora P01 indaga aos alunos se na ciência existe sempre um método correto, o aluno A05 responde “Não, porque se você tá descobrindo algo ele vai tipo é o que vier na cabeça, não hoje eu vou fazer desse jeito, se não der certo amanhã eu vou fazer de outro.” Através da fala de A05 podemos observar um direcionamento a concepção de que o fazer científico não é

realizado através de um método infalível de etapas sequenciais, mas que existe uma maleabilidade no processo.

Todavia, vale ressaltar que mesmo que A05 perceba que há uma maleabilidade no processo de construção científica, vale ressaltar dois outros aspectos apontados na fala de A05: o primeiro está relacionado à unidade de significado “vai tipo é o que vier na cabeça”. A ideia passada pode ser interpretada induzindo a ausência no processo e refletir e planejar, onde as ideias no pesquisador ocorrem aleatoriamente, nem necessidade de reflexão sobre o processo e os dados obtidos ao longo deste. O segundo aspecto relaciona-se a unidade de significado “se não der certo”, pois a ideia que é passada é que o aluno compreende que em algum momento o cientista chegará ao desejado, como se independentemente das etapas que o cientistas percorra ele sempre chegará ao seu objetivo inicial.

No turno 108, A03 reforça a ideia do método científico “Mas ele precisa de um método.” A ideia de método científico é amplamente divulgada nos livros didáticos, o que leva os alunos a realizarem essa relação. A ideia apresentada por A03 mostra que o fato de haver mudança nos aspectos presentes em uma das etapas do método científico não é suficiente pra desconstruir a percepção de que esse método existe e deve ser seguido. Para A03 não há outra forma de se fazer ciência senão por meio do método. Este fato, mostra a dificuldade que A03 apresenta em romper com conhecimentos anteriores, resultando na estagnação de alguns conceitos.

Com o intuito de desconstruir a ideia de ciência como característica de acontecimentos ao acaso ou baseada em achismos, como também da ideia de um método científico único e linear, a professora P01 faz indagações sobre as afirmações das alunas e ressalta em forma de pergunta a necessidade do planejamento de modo que os alunos não percebam a ciência como algo que ocorre ao acaso.

Observe no turno 111 a resposta da aluna acerca da pergunta realizada pela P01 “Um pouco dos dois, pois de certo modo você tem o conhecimento do que você tá fazendo, você saber como é.... planejar ai acaba criando as experiências.” Nesta fala notamos que o aluno A05 percebe que a ciência é constituída através de processos reflexivos, pois não são desenvolvidos os experimentos sem hipóteses, as quais envolvem um arcabouço teórico. Nesta perspectiva é importante fazer um planejamento para refletir sobre quais experimentos devem ser utilizados em função das hipóteses que se tem em vista.

No turno 112 “Mas o planejamento pode também não dar certo.” a A04 complementa a resposta da colega e caracteriza sua fala nos levando a refletir sobre os nuances

presentes no fazer científico de modo que nem sempre os planejamentos realizados ocorrem perfeitamente, mostrando a maleabilidade da ciência neste ponto, e a ausência de um método sequencial e preciso. Sendo assim, o fazer científico vai se moldando de acordo com as necessidades presentes na pesquisa e as reflexões sobre os fatores que influenciam e caracterizam os fenômenos em estudo. A ideia apresentada por A04 é frutífera e mostra um encaminhamento para a ruptura da percepção de ciência que através da utilização de métodos é capaz de chegar a um conhecimento certo e verdadeiro.

Mesmo após a explanação das colegas de sala sobre o fazer científico, no turno 113 a A03 mais uma vez reforça a ideia da necessidade do método científico no desenvolvimento da ciência. Note-se que na fala apresentada pela aluna o método segue com características sequenciais.

A03: Mas mesmo assim, ele foi por um método científico, porque primeiro ele criou a teoria, depois criou a hipótese. Na verdade a hipótese veio antes, depois ele fez a teoria, depois fez os testes até chegar no resultado final.

Para esta aluna, o fazer científico apresenta etapas bem específicas e definidas. Assim, se uma pesquisa contempla essas características, logo precisa de um método científico, o qual é justamente caracterizado por essas etapas. Compreendemos que para o desenvolvimento científico é necessário o desenvolvimento de algumas etapas, todavia elas não seguem nem mesmo a ordem que a aluna insiste em reafirmar. Em toda investigação científica há questões a serem perseguidas; em pesquisas de natureza experimental devem haver hipóteses claras, etc.

Percebemos que há um avanço nas ideias dos alunos no sentido de entender que não há uma “receita” pronta, mas consideramos também que há certa estagnação quando à percepção apresentada por A03 não é problematizada e melhor discutida por P01.

A professora P01 busca associar as características da ciência com os acontecimentos apresentados no texto, com o intuito de manter esse diálogo reforçando a compreensão e percepção dos alunos para o fazer científico realizado na prática. O propósito é possibilitar que os alunos consigam identificar algumas características do fazer científico nesse episódio histórico. Todavia, a ideia de comunidade científica não é bem explorada nesse momento, pois o texto não apresenta subsídios para tal.

Assim, com o intuito de discutir as características apresentadas pela aluna, nos turnos 62 e 67, relacionadas às verdades da ciência e desconstruir a ideia de ciência detentora de

verdade absoluta, a professora indaga os alunos sobre a compreensão deles sobre as repostas exatas apresentadas pela ciência.

Quadro 09: Trecho 06 do transcrição do Episódio 04 (Encontro 02)

Turno de fala	Transcrição – Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X.
116	P01: (...) uma outra coisa que vocês falaram em relação a ciência, era a questão das respostas exatas. O que é que vocês entendem por respostas exatas?
117	A07: Algo preciso, algo bem preciso.
118	P01: O que mais?
119	A04: Que é certo.
120	P01: O que mais?
121	A08: Que são provas concretas.
122	P01: Podem dizer, eu quero ouvir a voz de vocês.
123	A02: É porque tipo assim, acho que respostas exatas não é certeza porque a gente nunca pode ter certeza de nada na vida. Acho que respostas exatas acho que não seria bem a palavra certa, mas tipo, respostas que se adequam a determinadas situações, como vocês mesmos disseram o raio X tiveram várias é.... várias mudanças, várias melhorias do ano que foi descoberto até hoje então eu acho que vai se adequando conforme a tecnologia vai avançando acho que é isso.
124	P01: Muito bem gente, vamos lá! A colega de vocês ressaltou algo muito importante, na verdade todos vocês ressaltaram coisas muito importantes. Quando a gente fala de ciência a gente tem uma ideia de ciência, eu estou falando porque eu também tive essa ideia. A gente pensa o que? O que a ciência procura? Ah! Ela procura verdade então a ciência ela é a verdade, ela é a resposta exata, ela é aquilo que a gente prova então ela é verdadeira é assim que acontece?
125	A07: Isso é relativo.

Notamos que nos turnos 117, 119 e 121, representados pelas falas “Algo preciso, algo bem preciso.”, “Que é certo.” e “Que são provas concretas.” Os alunos fazem associações da ciência como algo preciso, certo e associado ao ato de provar o que está sendo dito. Essas unidades de significado caracterizam a ciência como produtora de conhecimento verdadeiro, diferentemente da afirmação da aluna A02 no turno 123.

A02: É porque tipo assim, acho que respostas exatas não é certeza porque a gente nunca pode ter certeza de nada na vida. Acho que respostas exatas acho que não seria bem a palavra certa, mas tipo, respostas que se adequam a determinadas situações, como vocês mesmos disseram o raio X tiveram várias é.... várias mudanças, várias melhorias do ano que foi descoberto até hoje então eu acho que vai se adequando conforme a tecnologia vai avançando acho que é isso.

A validação faz parte do fazer científico; todavia, o que caracteriza o conhecimento científico é o fato de poder ser questionado. O conhecimento é provisório como destacado por A02 onde pudemos observar uma melhor elaboração conceitual acerca das verdades científicas. A palavra “verdade” dentro de um contexto científico não tem sentido absoluto,

mas se relaciona a respostas que se adequam a situações específicas e que se moldam de acordo com o desenvolvimento tecnológico.

Notamos que tal afirmação nos direciona às verdades provisórias e refutáveis da ciência, tal como sua relação direta com a tecnologia de modo a manter uma relação baseada no CTS. Podemos sugerir que as discussões apresentadas durante esse encontro foram potencialmente significativas para a construção de concepções mais adequadas de ciência, como vimos nas discussões apresentadas pelos alunos, notando uma evolução em conceitos como: método científico, hipótese e verdades científicas.

5.2.2 Questionário Pós-Texto: “*Descoberta dos raios X*”

Após a leitura e discussão do texto *Descoberta dos raios X* os alunos receberam um questionário contendo 03 questões referentes ao texto, as questões estão apresentadas abaixo:

1. Considerando a descrição no texto acima, apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen.
2. Quais aspectos característicos da ciência são apresentados no texto?
3. De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões cite as principais contribuições da descoberta realizada por Roentgen para a medicina.

A questão da questão 01 “*Considerando a descrição no texto acima, apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen.*” teve o objetivo de analisar se os alunos conseguem estabelecer relações identificando no texto características do fazer científico. Assim, tomamos como parâmetro de análise a percepção que a hipótese de Roentgen era estar diante de um fenômeno novo, diferente dos raios catódicos que eram conhecidos por ele.

As respostas dos alunos foram analisadas originando a tabela 11:

Tabela 11: Categorias relacionadas a questão 01: “*Considerando a descrição no texto acima, apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen*”

Categoria	Descrição da Categoria	Unidades de Significado	Frequência
Fenômeno novo	Hipótese que norteava a atuação de Roentgen.	“Um novo tipo de radiação” “Um novo tipo de radiação, criou também uma ampola para estudar a condutibilidade dos gases. Uma radiação dos raios catódicos”	11 alunos

Confusas	Respostas que não identificaram a hipótese que norteava a atuação de Roentgen ou apresentaram repostas confusas.	“Roentgen estudava os raios catódicos através de uma ampola desenvolvida pelo mesmo e a partir desse estudo houveram contra-tempos que fizeram ele observar outras coisas e pensar em novas hipóteses.” “Um novo tipo de reação.”	05 alunos
----------	--	--	-----------

De acordo com os dados apresentados no quadro acima podemos observar que 11 alunos conseguem identificar que a hipótese que orientava a atuação de Roentgen estava relacionada à existência de um novo tipo de radiação, até então desconhecida, uma vez que esta apresentava características diferentes dos raios catódicos, devidamente conhecidos na época.

Apesar de os alunos compreenderem que a hipótese de Roentgen estava relacionada à percepção de um novo tipo de radiação, eles apresentam algumas ideias que expressam pouca clareza no que se refere à observação e conclusão em uma atividade investigativa envolvendo experimentos. Nesse sentido confundem a observação de Roentgen com as conclusões apresentadas pelo cientista pois, de acordo com os alunos, a radiação que Roentgen observou estava relacionada aos raios catódicos e poderia ser também uma variação desse tipo de radiação, como podemos observar nas unidades de significado a seguir:

Um novo tipo de radiação, criou também uma ampola para estudar a condutibilidade dos gases. Uma radiação dos raios catódicos.

Um novo tipo de radiação, variação dos raios catódicos.

As falas evidenciam que os alunos não conseguiram compreender alguns detalhes importantes do experimento e das observações realizadas por Roentgen, das discussões e explicações realizadas pela professora. Todavia, consideramos que as intervenções foram positivas, pois a maioria dos alunos conseguiu identificar no texto um processo característico do fazer científico que é a elaboração de hipóteses. Aos 05 alunos que não conseguiram identificar as hipóteses de Roentgen (1846-1923). Sugerimos que estes apresentaram dificuldade na estruturação do conceito de hipótese, o que impossibilitou identificá-la no texto.

A questão 02: “*Quais aspectos característicos da Ciência são apresentados no texto?*” teve por objetivo verificar se os alunos conseguem estabelecer relações entre as características da ciência e como elas se apresentam no texto. Diante das análise dos

alunos, verificamos que os aspectos apresentados pelos alunos consideram além do texto as discussões guiadas pela professora. Como podemos observar na Tabela 12.

Destacamos que para esta análise pudemos observar que em uma mesma resposta apresentavam mais de uma unidade de significado, diferentemente do ocorrido na questão anterior. Logo, nesta análise considera-se que um mesmo aluno participa de categorias distintas, por apresentar em sua resposta mais de uma unidade de significado.

Tabela 12: Categorias relacionadas a questão 02 “*Quais aspectos característicos da Ciência são apresentados no texto?*”

Categoria	Descrição da Categoria	Unidade de significado	Frequência
Fazer científico	Características como: realização de experimentos, elaboração de hipóteses, teses, teorias e conclusões	“O estudo, os experimentos, as hipóteses e a conclusão.” “Hipótese pois ele falou que aquele acontecimento poderia ser um novo tipo de radiação. Teoria pois ele após elabora sua hipótese ele elaborou uma teoria de como essa radiação poderia acontece.”	06 alunos
Descobertas	Realização de descobertas.	“As descobertas das coisas “por acaso”, fenômenos naturais.” “[...]A descoberta por tentativa, onde foi coisa sem querer e acabou acontecendo.”	07 alunos
Método científico	Utilização do método científico	“O método científico.” “O método científico [...]”	09 alunos
Comunidade científica	Presença de comunicação com a comunidade científica	“[...]comunicação com a comunidade científica.” “[...]comunicação com a comunidade científica através de revistas [...]”	03 alunos

A Tabela 12 é composta por 04 categorias, são elas: *Fazer científico*, *Descobertas*, *Método científico* e *Comunidade científica*. Na categoria *Fazer científico* estão englobadas todas as unidades de significado que contemplam etapas desse fazer científico como, elaboração de hipóteses, realização de experimentos, etc. Na categoria *Descobertas* estão as unidades que consideram a descoberta como uma característica da ciência a ser destacada no texto. Na categoria *Método científico* estão as unidade em qual esse termo aparece. Na categoria *Comunidade científica* estão as unidades que apresentam a relação dos cientistas com a comunidade científica.

De acordo com as concepções de ciência apresentadas pelos alunos, foi possível traçar algumas categorias que emergiram de nossa análise. Na categoria *Fazer Científico*, nota-se que os alunos citam etapas como a elaboração de hipóteses, experimentação etc; tais características também são descritas por Niaz (2001). Na categoria *Descobertas* os alunos percebem a descoberta como uma etapa do fazer científico presente no texto, todavia caracterizam a descoberta como algo acidental ou ocorrida ao acaso. Neste momento os alunos apresentam uma concepção simplista sobre o termo “descoberta” e

sobre a própria ciência. Na ciência a descoberta envolve uma elaboração conceitual em torno do fenômeno observado, o que requer um processo de reflexão como descrito por Martins (1990).

Na categoria *Método Científico*, os alunos citaram a utilização de um método como uma das características da ciência observadas no texto. Tal fato, pode ser justificado porque os alunos não apresentam clareza no entendimento sobre a Natureza da Ciência, enfatizando a ideia de método científico, o que acaba por tornar-se uma concepção difícil de ser moldada ou reestruturada. Outro dado importante é a associação com a *Comunidade científica*, citada como característica da ciência, ao contrapormos esses dados com os apresentados para as discussões podemos inferir que elas possibilitaram a compreensão de que a ciência não se faz de maneira isolada, mas que é uma construção conjunta, indicando um avanço em relação as ideias iniciais de ciência obtidas através do questionário de Concepções-Prévias, onde essa características não foram citadas.

A questão 03, *“De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões, cite as principais contribuições da descoberta realizada por Roentgen para a medicina”*, teve por objetivo identificar como os alunos percebiam as relações entre os campos de conhecimento, de maneira que um influencia e é influenciado pelo outro. Os dados da análise estão apresentados na Tabela 13:

Tabela 13: Categorias relacionadas a questão 03 *“De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões cite as principais contribuições da descoberta realizada por Roentgen para a medicina.”*

Categoria	Descrição da Categoria	Unidade de Significado	Frequência
Ciência e Sociedade	Relação apresentada entre ciência com a sociedade	<p>“A descoberta de Roentgen possibilitou a criação do raio X que facilitar muitos os médico a identificar fraturas com mais precisão. Fazendo com que os diagnósticos fiquem menos propício a erros.”</p> <p>“Esta descoberta possibilitou a visualização dos ossos e consequentemente suas fraturas facilitando o método que era utilizado anteriormente como cortar a região para ver a fratura. O método facilitou e transformou a visualização dos ossos mais eficaz e rápido e assim avançando a ciência.”</p>	14
Comunidade Científica	Relação presente na comunidade científica	<p>“Ajudou para que as pessoas ao longo do tempo fossem fazendo melhoras na pesquisa dele.”</p> <p>“As conclusões de Roentgen, contribuíram para o desenvolvimento da ciência em relação aos estudos do corpo humano.”</p>	02

Na Tabela 13 estão apresentadas 02 categorias, são elas: *Ciência e sociedade e Comunidade Científica*. A categoria *Ciência e sociedade* contemplam as unidades de significado que apresentam as contribuições da ciência na sociedade, pois através da descoberta de Roentgen, é possível diagnósticos mais precisos das doenças. Na categoria *Comunidade Científica*, são abordadas as unidades de significado que contemplam a ideia de comunidade, onde um cientista pode a partir da ideia de um cientista anterior promover evoluções conceituais interagindo em diversos campos.

Os dados da categoria *Ciência e sociedade* mostram que os alunos entendem que a principal contribuição da descoberta realizada por Roentgen para medicina está relacionada à identificação de ossos fraturados sem a necessidade de incisões cirúrgicas, fato muito importante na época, pois a crença religiosa era muito forte e as pessoas acreditavam que se fosse aberto a alma também seria. A descoberta de Roentgen foi importante não só para sua época, como também nos dias atuais em que os raios X são amplamente utilizados. Outro ponto citado pelos alunos relaciona tal descoberta com o avanço científico, mostrando que eles compreendem que é necessário que haja novas descobertas para que o avanço científico ocorra, como podemos observar na unidade de significado a seguir:

Esta descoberta possibilitou a visualização dos ossos e consequentemente suas fraturas facilitando o método que era utilizado anteriormente como cortar a região para ver a fratura. O método facilitou e transformou a visualização dos ossos mais eficaz e rápido e assim avançando a ciência.

Na categoria *Comunidade Científica*, fica evidente a importância da comunidade científica na melhoria e reestruturação de conceitos, mostrando também que tal descoberta possibilitou o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao corpo humano. Deste modo, percebemos que as ciências estabelecem relações entre seus diversos campos.

5.3- Terceiro Encontro

O terceiro encontro é caracterizado pelo desenvolvimento da aula 05 da Sequência de Ensino-Aprendizagem. Esse encontro teve a duração aproximada de 1 hora e meia e teve por objetivo promover uma discussão acerca da compreensão da concepção de descoberta a partir de uma perspectiva histórica envolvendo a descoberta da Radioatividade, de modo a possibilitar um avanço nas concepções iniciais dos alunos. A abordagem histórica possibilitou aos alunos a compreensão dos episódios históricos os quais serviram para fomentar uma discussão que gerou reflexões instigantes na direção de superação de estereótipos que simplificam o complexo processo de construção de teorias na ciência.

Nesse sentido, o texto-base da aula, o questionário pós-texto e as interações desencadeadas pela professora foram fundamentais para gerar “conflitos” nas concepções dos alunos, de modo a favorecer o processo de ruptura de ideias que enquadram as “descobertas” em uma perspectiva empírica e linear de ciência.

Os dados apresentados a seguir são oriundos de duas formas de coleta: as gravações em vídeo e o questionário pós- texto que por sua vez, compôs-se de 03 questões relacionadas ao texto sobre a descoberta da Radioatividade, intitulado “*Afinal, quem descobriu a radioatividade?*”. Selecionamos para discussão as questões 01 e 03, que foram submetidas previamente à análise. Os dados provenientes destas questões foram transcritos gerando categorias similares àquelas originadas da análise das interações, evidenciando relações e concordância entre a fala e a escrita dos alunos.

Este encontro foi iniciado com a leitura do texto pelos alunos. Tal texto propõe uma problematização sobre a autoria da descoberta da radioatividade. Deste modo, o texto informou os experimentos realizados por Becquerel, apresentando as hipóteses e conclusões elaboradas por este cientista, assim como as conclusões de Marie Curie sobre os fenômenos radioativos. Ao final, o texto apresenta uma indagação aos alunos acerca de quem eles consideravam o autor da descoberta da radioatividade, embasados nas informações que haviam acabado de ler. Após a leitura, a professora conduziu uma discussão sobre o texto explicando conceitos não compreendidos pelos alunos, assumindo o discurso de autoridade em alguns momentos, mas procurando sempre dar voz aos alunos para que expressassem suas opiniões e dúvidas. Houve muita interação entre os participantes, o que pode ser observado nas transcrições do episódio 03 deste encontro. Após as discussões, os alunos receberam um questionário contendo 03 questões referentes ao texto e puderam expor o que aprenderam durante o encontro.

Para favorecer a compreensão do leitor, apresentaremos a discussão segmentando-a em tópicos de acordo com a concepção de descoberta apresentada pelos alunos e as características relativas à Natureza da Ciência que surgiram no decorrer do encontro. Destacamos também que neste encontro houve a participação da professora orientadora dessa pesquisa representada nas transcrições como P02.

5.3.1 Análise das gravações em vídeo do terceiro encontro

A análise das gravações em vídeo nos possibilitou de acordo com a ATD a classificação de categorias relacionadas ao conceito de descoberta, durante todo o desenvolvimento do encontro. As categorias estão imersas nas discussões, nelas a concepção de descoberta se caracteriza como: *O pioneiro na visualização do fenômeno,*

sem necessariamente explicá-lo corretamente; Elaboração conceitual do fenômeno; Construção coletiva.

Concepção sobre descoberta

Durante a leitura do texto, os alunos tiveram a oportunidade de discutir entre seus grupos sobre quem eles consideravam o autor da descoberta da radioatividade. Abaixo apresentamos um trecho da transcrição da discussão de um dos grupos.

Quadro 10: Trecho 01 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 03 - Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da radioatividade.
01	A01: Já acabou de ler? Você acha que foi quem?
02	A14: Todo mundo!
03	A01: Deixa eu ver se eu entendi. O que aconteceu com esse cara da chapa fotográfica foi antes ou depois daquele cara que fez a ampola de Crookes? Dos raios X?
04	A14: Depois.
05	A01: Depois? Então quem descobriu a radioatividade foi esse cara do raio X.
	Conversas paralelas.
06	A01: Ahh! Entendi, entendi! Entendi, Roentgen descobriu o raio X antes de todo mundo, só que ele não sabia que era radioativo, então não contou. Só contou a partir de Becquerel. É tanto que ela falou na aula passada que ele descobriu o raio X antes e foi fazer a experiência com Raio X e que todo mundo morrer de câncer por estar exposto a muito tempo, porque ele não sabia que era radioativo.
07	A13: Eu fiquei entre os dois né Becquerel e Marie Curie.
08	A01: Eu fiquei entre os dois. Eu acho porque se não fosse ela não teria descoberto sobre a radioatividade, mas se não fosse ele também ela não tinha descoberto, porque foi ele que tipo, deu o pontapé inicial.
09	A13: Ele observou ...
10	A01: Mas eu acho que ele tipo, se não fosse ele não teria nem começado, outra pessoa poderia entrar no lugar dela, mas outra pessoa não poderia entrar no lugar dele, porque ele foi o primeiro de todo mundo, eu acho.
11	A13: É faz mais sentido.
12	A01: Todo mundo veio depois da ampola de Crookes, então foi Henri Becquerel.
13	P02: Qual foi a conclusão que vocês chegaram?
14	A01: Então professora, a gente chegou à conclusão que foi Antoine Henri, por que tipo, ele foi o primeiro de todo mundo, claro que se não fosse por Marie Curie, os estudos não poderia ser desenvolvido os estudos da radioatividade. Mas, eu acho que assim, se fosse por exemplo para tirar um dos dois, seria ela. Porque mesmo ela não aparecendo, com o pontapé inicial de Antoine Henri que foi ele que expôs para a comunidade científica, outra pessoa poderia surgir e estudar os raios, a radioatividade no lugar dela, entendeu? Que sem ele, não teria como, pois foi ele que espalhou para a comunidade científica que (o aluno lê um trecho do texto entregue) "após a descoberta, Becquerel resolveu compartilhar com a comunidade científica da época", então foi ele eu divulgou todo esse conhecimento.

Após a leitura do texto os alunos iniciaram uma discussão com o próprio grupo apresentando suas concepções sobre o autor da descoberta da radioatividade. Notamos que a leitura realizada pelos alunos não foi suficiente para que estes compreendessem os experimentos realizados e as conclusões apresentadas pelos cientistas. Tal fato é apresentado no turno 06, em que o aluno apresenta confusão na compreensão dos fenômenos de raio X e radioatividade e acredita que o primeiro a presenciar o fenômeno da

radioatividade seria Roentgen, todavia esse cientista não teria compreendido o fenômeno como radioativo.

A01: Ahh! Entendi, entendi! Entendi, Roentgen descobriu o raio X antes de todo mundo, só que ele não sabia que era radioativo, então não contou. Só contou a partir de Becquerel. É tanto que ela falou na aula passada que ele descobriu o raio X antes e foi fazer a experiência com raio X e que todo mundo morrer de câncer por estar exposto a muito tempo, porque ele não sabia que era radioativo.

Tal confusão entre os fenômenos de raios X e radioatividade pode ser justificada também na falta de compreensão da própria história da descoberta desses fenômenos. A maneira com que os acontecimentos ocorreram tem a possibilidade de contribuir para uma melhor compreensão, pois foi por meio dos estudos dos raios X que se pode chegar à descoberta da radioatividade. Embora estes fenômenos apresentem características distintas.

O texto *“Afimal, quem descobriu a radioatividade?”* foi redigido apresentando um aspecto positivo na tentativa de superar uma visão estereotipada de descoberta, tal intenção pode ser evidenciada na fala dos alunos, um exemplo é a afirmativa da aluna A14 no turno 02, quando questionada sobre quem ela considerava o autor da descoberta, a mesma responde que considerava todos os envolvidos. Isso mostra que o aluno considera que não há um descobridor ou é difícil identificá-lo. Vale ressaltar que a proposta do texto considerava que os alunos deveriam apontar uma pessoa, embora consideramos que tal intenção possa ser controversa e um tanto perigosa, mas apresenta um efeito didático muito positivo, pois auxilia a fomentar as discussões e possibilita o avanço da aula no intuito de atingir o objetivo traçado.

No turno 07 observamos que o aluno apresenta sua ideia afirmando que está em conflito sobre o autor da descoberta da Radioatividade e sua dúvida está entre os cientistas Marie Curie e Henri Becquerel. Tal interpretação está relacionada às intenções da professora ao redigir o texto e apresentá-lo na aula. No turno seguinte, o aluno A01 fala sobre sua dúvida entre o autor da descoberta, afirmando que os dois cientistas citados pelo colega contribuíram nesse processo.

A01: Eu fiquei entre os dois eu acho porque se não fosse ela não teria descoberto sobre a radioatividade, mas se não fosse ele também ela não tinha descoberto, porque foi ele que tipo, deu o pontapé inicial.

O A01 seguiu a discussão chegando à conclusão que o autor da descoberta da radioatividade seria o cientista Henri Becquerel. Justificando que Becquerel, por ser o primeiro a presenciar esse fenômeno deveria ser considerado o descobridor. Quando indagado pela P02 sobre a qual conclusão o grupo chegou, o aluno A01 respondeu:

A01: Então professora, a gente chegou à conclusão que foi Antoine Henri, por que tipo, ele foi o primeiro de todo mundo, claro que se não fosse por Marie Curie, os estudos não poderia ser desenvolvido os estudos da radioatividade. Mas, eu acho que assim, se fosse por exemplo para tirar um dos dois, seria ela. Porque mesmo ela não aparecendo, com o pontapé inicial de Antoine Henri que foi ele que expôs para a comunidade científica, outra pessoa poderia surgir e estudar os raios, a radioatividade no lugar dela, entendeu? Que sem ele, não teria como, pois foi ele que espalhou para a comunidade científica que (o aluno lê um trecho do texto entregue) “após a descoberta, Becquerel resolveu compartilhar com a comunidade científica da época”, então foi ele eu divulgou todo esse conhecimento.

Alguns pontos nos chamaram atenção no argumento apresentado pelo aluno A01. Como se pode perceber, o aluno advoga a favor de Becquerel por ser ele o primeiro a presenciar o fenômeno da radioatividade, mesmo compreendendo que o cientista não apresentou conclusões corretas para o fenômeno, ou seja, a elaboração conceitual sobre o fenômeno apresentado por Becquerel, à comunidade científica, foi feita por Marie anos depois. Nessa perspectiva, o fenômeno radioatividade passa a existir na ciência com a elaboração desta cientista. Isso, de certa forma, não é alcançado pelo aluno de modo a não aparecer em seus argumentos.

A01 considera que, como Becquerel apresentou o fenômeno à comunidade científica, não há como desconsiderar ou minimizar o fato de que ele foi o primeiro, mas com relação a Marie ele assume que, caso não fosse esta cientista, outra pessoa teria em algum momento desse episódio histórico assumido o seu papel. Ou seja, o papel de Becquerel é de certa forma legítimo, garantido, pois ele veio primeiro, mas o de Marie, por ter vindo depois, não lhe confere garantia de que outro não pudesse assumir seu lugar. Essa lógica é expressa por A01 de forma muito clara. Outro aspecto relevante que podemos observar na fala deste aluno está relacionado a características importantes da Natureza da Ciência, como a presença da comunidade científica, e que é através dessa comunidade que os cientistas conhecem as diferentes pesquisas sobre as quais têm a oportunidade de se aprofundar nos estudos, aprimorando ou elaborando novos conceitos.

A professora segue indagando os alunos a fim de chamar atenção para o fato de que a elaboração conceitual de radioatividade foi feita por Marie, ou seja, seu intuito foi tornar clara essa ideia pelos alunos e que eles a considerassem de forma mais explícita na elaboração de seus argumentos. Podemos observar parte dessa discussão no Quadro 11.

Quadro 11: Trecho 02 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 03 - Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da radioatividade.
23	P02: (...) Vocês consideram que foi Becquerel porque ele foi o primeiro a observar o fenômeno.
24	A01: Foi.
25	P02: Mas qual a explicação que ele deu para esse fenômeno?
26	A01: Ele dizia que corpos, que esses materiais fosforescentes quando recebiam luminosidade eles emitiam raios X que causavam manchas na chapa fotográfica.
27	P02: O raio X que causava mancha, mas depois ele percebeu que estava diante de um fenômeno novo.
28	A01: Isso, foi.
29	P02: Por que que ele percebeu que não eram os raios X?
30	A01: Porque quando ele foi fazer o experimento o dia estava meio fechado, nublado aí não tinha sol, aí ele não quis nem fazer o experimento, aí ele guardou numa gaveta com a chapa lá aí quando, no outro dia quando ele foi pegar estava muito mais manchado do que quando ele colocava no sol. E viu que não era o sol o fator limitante para acontecer a “reação”, era outra coisa.
31	P02: Então assim o sol existia, ele imaginou, ele trabalhava com fenômeno da fosforescência, um material quando recebia luminosidade ele poderia refletir parte dessa energia na forma de luz também e existe o fenômeno da fosforescência também, como está escrito aqui (a professora refere-se ao texto). A fosforescência, mesmo depois de ter cessado o efeito, a causa, o efeito continuava. Então, inicialmente ele imaginou que poderia ser por causa da fosforescência e que o sol foi quem provocou esse fenômeno, que foi o causador dessa luminosidade, graças a uma característica da fosforescência do material, ou seja, ele poderia emitir esse raios depois. Então a explicação que ele deu ao fenômeno, foi diferente né isso? Assim, ele se deparou com o fenômeno, mas aí a explicação que ele deu foi, não revelava o que a gente entende hoje por radioatividade(...).
32	A01: Ele disse que se tratava de uma fosforescência invisível né.
33	P02: Uma fosforescência invisível era no sentido de dizer que um material fluorescente ele recebe a luminosidade e emite, a fosforescência mesmo depois de cessada a causa, ele continuava.
34	A01: Fosforescente né?
35	P02: Isso fosforescente tá aqui escrito se quiser pode voltar e ler. E aí ele imaginou que poderia se tratar de uma fosforescência né, e isso não revela a natureza da radioatividade tá.
36	A01: Só que não é?
37	P02: Não! Então, a explicação dele não foi... Não deu conta de explicar o fenômeno como a gente conhece hoje.
38	A01: Mas eu acho professora que ...
39	P02: Então, eu só estou colocando um ponto a mais pra vocês refletirem, chamando atenção para um aspecto que vocês não revelaram na fala de vocês. (Em seguida a professora se retira)
40	A13: No caso, ele descobriu e ela sintetizou.
41	A01: Porque assim, eu acho que beleza a explicação dele não foi muito boa, é... por exemplo o tempo que ele estava não tinha tecnologia de ponta, mas eu acho que se for fazer uma comparação assim, Dalton por exemplo quando ele começou a estudar o átomo, ele disse que era compacto, que era uma bola e indivisível. Ele estava errado, mas é porque ele foi o primeiro a estudar. Então, ele pegou todo o começo, não tinha nenhuma base para estrutura, aí veio Thompson que já tinha toda uma base e ele foi

	evoluindo, então eu acho que isso foi a mesma coisa que aconteceu com a radioatividade. Ele foi o primeiro, então o primeiro é o que menos tem o banco de dados e informações para poder avançar no conhecimento sobre o assunto.
--	---

Observamos que a professora P02 realizou indagações também com o intuito de que os alunos superassem equívocos acerca das especificidades dos fenômenos estudados, pois isso se torna relevante não apenas no sentido de apropriação de novos conceitos, mas para a própria percepção da concepção de “descoberta” envolvida no episódio histórico estudado. No turno 27, ela sintetiza: “O raio X que causava mancha, mas depois ele percebeu que estava diante de um fenômeno novo.” A professora esclarece que o fenômeno que Becquerel presenciara caracterizava-se como um fenômeno novo, que apresentava características diferentes daquele descrito e explicado por Roentgen. Assim, ela fomenta a discussão indagando que forma Becquerel percebeu que o fenômeno com o qual se deparara não envolvia raios X como ele inicialmente imaginava. Em resposta à professora, o aluno, no turno 30, descreve o experimento realizado por Becquerel:

A01: Porque quando ele foi fazer o experimento o dia estava meio fechado, nublado aí não tinha sol, aí ele não quis nem fazer o experimento, aí ele guardou numa gaveta com a chapa lá, aí quando, no outro dia, quando ele foi pegar estava muito mais manchado do que quando ele colocava no sol. E viu que não era o sol o fator limitante para acontecer a “reação”, era outra coisa.

Notamos que, apesar de o aluno compreender o experimento de Becquerel, não mostrou em sua fala uma percepção clara das explicações que o cientista apresentou para o fenômeno. Assim, a professora assume o discurso esclarecendo alguns pontos, como a conclusão de Becquerel relacionando o fenômeno a uma espécie de fosforescência invisível. Ressalta que a explicação dada por ele não era suficiente para explicar com clareza e coesão o fenômeno da radioatividade. Tal abordagem, feita pela professora, buscou destacar pontos que não foram apresentados na fala dos alunos, como declarado no turno 39: “Então, eu só estou colocando um ponto a mais pra vocês refletirem, chamando atenção para um aspecto que vocês não revelaram na fala de vocês”.

O aluno A01 continua a discussão com o grupo, reafirmando a ideia que Becquerel é o autor da descoberta da radioatividade como apresentado no turno 41.

A01: Porque assim, eu acho que beleza a explicação dele não foi muito boa, é... por exemplo o tempo que ele estava não tinha tecnologia de ponta, mas eu acho que se for fazer uma comparação assim, Dalton por exemplo quando ele começou a estudar o átomo, ele disse que era compacto, que

era uma bola e indivisível. Ele estava errado, mas é porque ele foi o primeiro a estudar. Então, ele pegou todo o começo, não tinha nenhuma base para estrutura, aí veio Thompson que já tinha toda uma base e ele foi evoluindo, então eu acho que isso foi a mesma coisa que aconteceu com a radioatividade. Ele foi o primeiro, então o primeiro é o que menos tem o banco de dados e informações para poder avançar no conhecimento sobre o assunto.

É relevante verificar como o aluno A01 busca elaborar um argumento coerente, considerando novos dados e analogias para justificar o seu ponto de vista. Ele recorre à história dos modelos atômicos, comparando-a ao episódio da descoberta da radioatividade. A história envolvendo a elaboração e proposição de diferentes modelos atômicos ao longo de séculos é recorrente nos livros didáticos do 1º Ano do Ensino Médio. Na maioria dos casos, a abordagem repassa uma concepção linear e finalista de ciência, em que os modelos anteriores são vistos como degraus para os posteriores e ultrapassados diante destes últimos.

Difícilmente se considera que determinados modelos podem ser mais adequados que outros para abordar e explicar distintos fenômenos e que modelos de séculos passados podem ser abordados na atualidade sem serem considerados ultrapassados. Como discutido por Mortimer (1995), pode-se usar um modelo do século XIX, como o proposto por Dalton (1766-1844), mas com uma abordagem do século XX, ou seja, com a perspectiva analítica de que os modelos não são cópias fieis de uma realidade que se coloca externa ao sujeito cognoscente, mas apenas representações desta realidade e que, por isso, podem ser úteis em função da abordagem que se deseja dar ao fenômeno.

O caso dos modelos atômicos apresenta relevantes aspectos que o torna diferente do caso da descoberta da radioatividade em pontos que se busca desenvolver nas aulas aqui discutidas, apesar das semelhanças que possam ser apontadas. A ideia de que a matéria é descontínua e, portanto formada por partículas que se movimentam no vácuo se associa à distintas percepções da natureza dessas partículas, entendidas desde o início como átomos. Diferentes olhares que se busca elaborar para o fenômeno investigado podem se adequar a distintos modelos para o átomo.

Nessa perspectiva, os modelos podem ser percebidos como diferentes paradigmas, associados a específicos pressupostos filosóficos, mas que podem conviver “pacificamente” na contemporaneidade, ou seja, não é necessário que um modelo atômico seja abandonado para que o outro venha a permanecer, posto que um não pode ser percebido como

extensão do outro e que os diferentes modelos podem explicar coerentemente distintos fenômenos, tendo-se em vista a abordagem que se deseja dar aos mesmos.

No caso da descoberta da radioatividade não há convivência pacífica entre a explicação proposta por Becquerel e a elaborada posteriormente por Marie Curie. O fenômeno da radioatividade desde o início não se sustentou enquanto entendido como uma fosforescência retardada, como proposto por Becquerel. As conclusões deste cientista findaram como inconsistentes, pois não se constituíram em um todo coerente, tendo-se em vista os dados obtidos e as questões que se colocaram diante destes. Sendo assim, a explicação proposta por Marie enveredou por um caminho diferente daquele tentado por Becquerel e pode sim ser percebida como aprimorada por outros cientistas que seguiram a perspectiva explicativa por ela proposta.

O aluno A01 traz a concepção de linearidade da ciência que permeia a história dos modelos atômicos para o episódio da descoberta da radioatividade. Tal ideia é problematizada pela professora posteriormente, como veremos a seguir. Alguns outros aspectos característicos da Natureza da Ciência também podem ser analisados na fala de A01, no turno 41. Podemos citar a evolução da ciência interligada ao desenvolvimento tecnológico.

A relação existente entre Ciência e Tecnologia foi utilizada pelo aluno como justificativa para a ideia que Becquerel apresentou sobre o fenômeno. Segundo o aluno A01, apesar de a conclusão de Becquerel sobre o novo tipo de radiação não ser a correta, a autoria deste cientista da descoberta da radioatividade e suas conclusões se justificavam, pois o cientista não dispunha dos recursos tecnológicos necessários para uma melhor elaboração conceitual e interpretação do fenômeno.

Apesar das justificativas apresentadas pelos alunos apresentarem uma estrutura condizente e dispor de uma lógica na utilização dos argumentos, consideramos que Becquerel por não apresentar uma elaboração conceitual condizente com o fenômeno não deve ser considerado o descobridor da radioatividade. De acordo com historiadores da ciência como Martins (1990), no qual nos filiamos no desenvolvimento desta pesquisa, Becquerel apresentou conclusões distorcidas em relação aos fenômenos radioativos, onde relacionava a radiação emitida pelos sais de urânio a uma fosforescência invisível. Tais conclusões não são justificadas pela ausência de recursos tecnológicos, como proposto por A01.

A discussão prosseguiu e nesse processo novos elementos surgiram na fala dos alunos. Como podemos observar no quadro abaixo:

Quadro 12: Trecho 03 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 03 - Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da radioatividade.
42	P02: É, de Dalton para Thompson foi um tempo, Dalton em 1803, Thompson lá no final do século, eles são meio que contemporâneos. Então, o Henri Becquerel, ele foi professor da Marie. Eu só estou colocando lenha na fogueira, viu? Marie foi quem explicou o fenômeno da radioatividade, olhando que ele se tratava de uma característica nova, né? Agora realmente tem esse método que vocês estão colocando. O Becquerel foi aquele que divulgou.
43	A01: O princípio né? Quem divulgou.
44	P02: Mas será que ele partiu das hipóteses sozinho também?
45	A01: Não, ele repetiu os experimentos de outros cientistas.
46	P02: Então ele também não é tão pioneiro assim, né?
47	A06: Acho que cada um que colocava em prática, fazia melhor e ia melhorando.
48	A14: Não tem como escolher um!
49	P02: Não tem como escolher um? Por quê?
50	A13: Do mesmo jeito que o negócio de átomo, tipo é foi Dalton que começou a estudar, mas tipo, quem criou a teoria atomista foi um filósofo Demócrito. Aí tipo, é uma coisa assim que não dá para ter um consenso geral, porque não foi uma coisa que dependeu apenas de uma pessoa, tipo uma criou, a uma fez o experimento, uma sintetizou.
51	A01: Foi evoluindo até chegar o resultado final, né?
52	P02: Então, a ideia que vocês estão me passando é a seguinte: um vem coloca um pouquinho, outro vem coloca outro pouquinho e essas ideias vão se somando até chegar um resultado final. Mas será que as ideias que eles colocam todas tem a mesma dimensão? Eu estou querendo chamar a atenção de vocês para um aspecto. As conclusões de Becquerel iam por um caminho, Marie foi por outro. Marie e outros, né? Que não são citados aí, porque é muita gente da comunidade científica, né? A verdade é que em um determinado momento eles aparecem mais. Aí Henri veio, fez um pouco, depois Marie acrescentou, mas talvez ela não tenha completado, vai por outro caminho, entenderam? Ela vai por outro caminho. Então, será que o caminho é assim linear? Porque repare que Becquerel partiu do experimento de Roentgen, e aí ele já seguiu a hipótese de Poincaré, esse já colocou uma coisa que é meio lá e meio cá. Aí ele colocou um aspecto, aí Marie já foi por outro caminho. Será que esse caminho é tão bonitinho assim? Um coloca um pouquinho, outro um pouquinho, de um pouquinho.
53	A06: Eles podem discordar no caminho as ideias, né?
54	P02: Exatamente, eles podem discordar também e ir por outro caminho e chegarem a outras conclusões. Eu acho que tem um pouco disso nessa discussão.
55	A01: Tem, porque se ela for seguir totalmente a ideia dele que era um material fosforescente, eu acho que ela não teria chegado no conceito que ela deu final, né?
56	P02: Então, é isso que estou tentando colocar para vocês. Será que um só vai completar o outro? Às vezes um tem que dizer, não é por aí não, a então vai por aqui senão não chega em lugar nenhum. Então, será que ela realmente foi completando as ideias dele?
57	A13: Essa parte que ela sugeriu de ser propriedade atômicas. Já existia alguma síntese assim de propriedades atômicas?
58	P02: Então, estava no momento de tentar descobrir o modelo de Rutherford. Você lembra dos modelos atômicos? O modelo de Rutherford é de 1901, 1903 se não me engano. Não! Me desculpem, é mais depois de 1900. No início do século XX, de 1911 a 1913. Esse é o modelo de Rutherford. O de Thompson vem antes, no final do século XIX. Então, eles estavam buscando a estrutura atômica, né? E o fenômeno da radioatividade tem a ver com esse fenômeno que acontece no núcleo e eles não tinham essa noção do átomo, estavam se descobrindo, se investindo em pesquisas para compreender essa estrutura atômica. Então, eles estavam buscando, eles precisavam entender sobre essa estrutura atômica e Becquerel não tinha esse conhecimento. Ninguém tinha na época. Ok? Pensem um pouquinho em relação a essas coisas que a gente discutiu e que eu estou colocando pra vocês. Estou colocando assim: o primeiro que viu o fenômeno foi ele quem descobriu, eu estou colocando um ponto para discussão. Mas esse primeiro que viu o fenômeno que divulgou ele tinha uma explicação que... A Marie Curie e outros não complementou o que ele colocou, teve que destruir o que ele colocou e ir por outro caminho é isso que eu quero que vocês pensem. Ou seja, não foi tudo bonitinho, então ele

	pensaram isso aqui nós temos que esquecer porque se for ficar aqui a gente não chega, tem que ir por outro caminho.
59	A01: Mas velho, isso foi injusto! Ele descobriu o negócio, mesmo que ele tenha explicado errado. Velho é sei lá, ele divulgou, está ligado?
60	A13: Para mim o sentido da palavra descobrir foi ele.
61	A01: Tipo aqueles médicos da idade média, descobriram a peste negra, aí dizer que a peste negra é uma doença de pessoa que não tinha alma, sabe? Aí depois os caras foram lá e descobriram que a peste negra era a doença que vinha da pulga do rato, mas tipo mesmo com a explicação desse cara que descobriu primeiro, sendo errado. Mas foi ele que deu o princípio tem grande importância. É como um prédio e aí ele é a base, se não tiver a base não tem como ter o prédio.
62	A13: Eu acho que vou continuar com a minha teoria que ele descobriu.

A principal intenção da professora P02 no turno 42 é problematizar a ideia de linearidade a qual está ancorada na concepção que o aluno apresenta ao optar por atribuir a Becquerel (1852-1908) a descoberta da radioatividade. Não se trata de ter como finalidade mudar a opção do aluno, mas buscar com que o aluno considere aspectos fundamentais da Natureza da Ciência, como o estudo de um cientista sofrer influência do estudo de outros cientistas, tais devem ser compreendidos independentemente da opção apresentada pelos alunos sobre a autoria da descoberta da radioatividade.

O avanço nas ideias dos alunos correspondem ao fato de compreenderem a ciência como uma produção conjunta. Tal fato torna mais difícil atribuir a uma única pessoa a realização da descoberta. Todavia, podemos observar pontos de estagnação das ideias do A01 por apresentarem certo caráter de visão linear de ciência, apesar do aluno apresentar argumentos com coerência interna, ou seja, fiel aos critérios que ele estabelece ou elege. Vale ressaltar que não estamos desconsiderando o investimento na discussão sobre o autor da radioatividade que de certa forma fomenta a eleição de uma pessoa.

A13: Do mesmo jeito que o negócio do átomo, tipo é foi Dalton que começou a estudar, mas tipo quem criou a teoria atomista foi um filósofo Demócrito. Aí tipo, é uma coisa assim que não dá para ter um consenso geral, porque não foi uma coisa que dependeu apenas de uma pessoa, tipo uma criou, a uma fez o experimento, uma sintetizou.

Vejamos que o A13 percebe a dificuldade de escolher o autor de uma descoberta considerando que as descobertas não são fruto da pesquisa de um só cientista, mas de um conjunto de conhecimentos distintos que se complementam, no sentido de serem postas para fomentar discussões, gerando debates sobre o que deve ser considerado ou desconsiderado, até mesmo o que merece ou não ter continuidade, assim ele percebe a descoberta como uma construção conjunta.

A P02 utiliza-se deste ponto apresentado pelo aluno para norteá-los na construção de uma percepção não linear da ciência. Tal abordagem seguida pela professora buscou desconstruir essa ideia linear que é amplamente difundida em textos científicos como o presente em alguns livros didáticos. Deste modo, a professora P02 buscou criar uma situação na qual o aluno pudesse perceber que também existem divergências no fazer científico e que não são em todos os casos que as ideias de um cientista complementa a ideia de outro cientista, mas que estes podem divergir e seguir caminhos distintos. Como podemos perceber na fala do turno 53 “Eles podem discordar no caminho as ideias, né?”

Notamos que os alunos estão modificando suas ideias apresentando em suas falas indícios de uma melhoria na compreensão do fazer científico. Os alunos retomam no grupo a discussão sobre o autor da descoberta da radioatividade e mostram que compreendem que Becquerel não apresentou uma explicação coerente para o fenômeno que presenciara, todavia o considera o autor da descoberta por este ser o primeiro a presenciar o fenômeno e apresentá-lo à comunidade científica.

Isso é explicitado nas falas dos turnos 59 e 60 respectivamente: “Mas velho, isso foi injusto! Ele descobriu o negócio, mesmo que ele tenha explicado errado. Velho é sei lá, ele divulgou, está ligado?” e “Para mim o sentido da palavra descobrir foi ele.” De acordo com as falas dos alunos A01 e A13 observamos que a visão apresentada por eles em relação a escolha de Becquerel como autor da radioatividade não podem ser consideradas como superficial, pois os alunos buscam elaborar argumento consistentes, com critérios claros na busca de justificar e fundamentar sua escolha. Tal fato pode ser observado no turno 61:

A01: Tipo aqueles médicos da idade média, descobriram a peste negra, aí dizer que a peste negra é uma doença de pessoa que não tinha alma, sabe? Aí depois os caras foram lá e descobriram que a peste negra era a doença que vinha da pulga do rato, mas tipo mesmo com a explicação desse cara que descobriu primeiro, sendo errado. Mas foi ele que deu o princípio tem grande importância. É como um prédio e aí ele é a base, se não tiver a base não tem como ter o prédio.

O aluno A01 aponta uma ideia que tem grande importância, referente a concepção de “descoberta”. Tal termo aparece implicando em certo ineditismo, ou seja, descobrir é dar visibilidade a algo que é desconhecido. As palavras têm certa “força”, e acabam impregnando com significados estáveis os sentidos que inundam as ideias das pessoas. Consideramos que isso está marcando o argumento do aluno: A ideia de descobrir como evidenciar o que não estava evidente. Nesse sentido, mesmo Becquerel não tenha

elaborando o conceito de radioatividade, ele desvendou o fenômeno e, portanto, o descobriu.

Tal colocação do aluno A01 abriu espaço para que posteriormente a professora P01 pudesse trabalhar com os alunos o conceito de descoberta, o qual esteve pautado nas ideias de Martins (1990) e Alfonso-Goldfarb (1994). Para tais autores a descoberta consiste em um longo processo de elaboração conceitual. Não se descobre algo da noite para o dia e de uma só vez. Nesse sentido, embora o papel de Becquerel seja extremamente relevante, a conceituação e, portanto, a descoberta de radioatividade se deve a Marie Curie; a partir dela os demais vão aprimorando o conceito, mas isso não se deu de Becquerel para Marie, mas de Marie para os demais.

Após as discussões terem sido desenvolvidas internamente entre os grupos de alunos, a professora sugere que as discussões sejam ampliadas e que cada grupo apresente qual ou quais conclusões chegaram a respeito do autor da descoberta da radioatividade. Ao longo da discussão envolvendo toda a turma, três pontos de vista distintos: o primeiro corresponde à afirmação de que o autor da descoberta é o pioneiro na visualização do fenômeno, sem necessariamente explicá-lo corretamente; o segundo considera o autor da descoberta aquele que foi capaz de compreender e explicar o fenômeno coerentemente. O terceiro ponto de vista assume que descoberta é uma construção conjunta, logo esse título não pode ser dado a um único cientista. Vejamos o Quadro 13, que segue.

Quadro 13: Trecho 04 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 03)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 03 - Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da Radioatividade.
63	P01: Meninas e meninos quem vocês acreditam que descobriu a radioatividade?
64	A07: Marie Curie, porque ela ganhou...
65	A08: Marie porque ela explicou o que é radioatividade.
66	P01: Gente, todo mundo já conseguiu a chegar uma conclusão sobre quem descobriu, ou ainda tem discordâncias em relação as ideias? Então, eu quero entender o que vocês estão pensando sobre o texto, sobre o que vocês leram e discutiram. Sobre o que vocês pensavam e o que passaram a pensar depois. Eu quero que vocês exponham isso. Eu quero ouvir as opiniões de todos os grupos. Vamos lá gente? Quem vocês acreditam que descobriu a radioatividade?
67	A01: A gente conversou e chegamos a um consenso que quem descobriu a radioatividade foi Antoine Henri.
68	P01: Henri Becquerel? Foi ele quem descobriu a radioatividade?
69	A01: Foi Becquerel!
70	P01: Por que vocês chegaram a essa conclusão?
71	A01: A gente conversou com a (P02) e ela colocou alguns pontos para a gente, disse que ele foi o primeiro a se deparar com essa substância, que de primeiro ele disse que era fosforescente e que ele deu a explicação, mas estava incorreta. E aí ela pôs esse ponto aí para a gente discutir e ver se podíamos dizer se realmente ele tinha descoberto a radioatividade. Porque se for ver a explicação da Marie Curie, foi totalmente diferente da que ele deu, mas mesmo com a explicação incorreta dele a gente acha que ele foi de extrema importância porque ele espalhou para a comunidade científica a propriedade dessa substância.

72	P01: E qual foi a propriedade que você acredita que Becquerel divulgou para a comunidade?
73	A01: Bom, o que ele disse foi que era uma substância fosforescente, que era capaz de causar manchas nas placas fotográficas. Era uma substância fosforescente porque antes achava que era fluorescente, porém quando ele foi apresentar teve o ocorrido aqui no texto, que quando foi apresentar não tinha sol o dia e aí ele guardou, mas quando ele foi ver no outro dia e abriu a gaveta, viu que estava mais manchado do que normalmente de que quando era exposto ao sol. Então, não se tratava de uma substância fluorescente, mas sim fosforescente. Mas, então foi o que eu disse mesmo, a explicação dele estando errado, a gente acha que ele foi o precursor dessa descoberta porque foi ele que espalhou para a comunidade científica esse conhecimento. Então, foi ele que permitiu que a Marie Curie desse a explicação, que mais tarde ia ser a explicação plausível, a correta.
74	P01: Bom! Muito obrigada ao grupo por ter falado, eu não vou dizer quem está certo ou errado, porque todos tinham uma ideia sobre o fenômeno e assim que se faz ciência. Os cientistas também tem ideias diferentes sobre o mesmo fenômeno, por isso, não estou aqui pra dizer quem está certo ou errado. Mas ao final cada um de vocês faz o julgamento sobre quem realmente descobriu a radioatividade se foi Marie ou Becquerel. Então vocês defendem que foi Becquerel porque foi ele quem se deparou a priori com esse fenômeno que hoje a gente conhece como radioatividade. Bom gente, nós estamos falando sobre descoberta, e o que vocês consideram que seja uma descoberta? Por que assim, a nossa dúvida é essa, quem descobriu a radioatividade? Mas o que a gente pode considerar como uma descoberta? Porque, pra que eu diga que fulano descobriu isso eu preciso saber o que é descoberta. Quem gostaria de dizer o que é descoberta?
75	A11: Tem uma frase assim na natureza nada se cria tudo se transforma. E nós temos como exemplo ele, Becquerel não descobriu ele só viu que aquilo existia.
76	P01: Na verdade, você acha que não há descoberta, o que existe é notar que o fenômeno está lá. Que nada é descoberto, que tudo já existe, basta ter um olhar diferente sobre o fenômeno, perceber que ele está ali. Alguém mais quer falar? Gente vocês (referindo-se a um grupo) quem vocês acreditam que descobriu a radioatividade?
77	A11: Então aqui nós temos dois pontos de vistas. Tem um que...
78	P01: Me apresente os dois.
79	A11: Então, eu vou apresentar um e as meninas o outro. É... nós três acreditamos que foi Becquerel pelo fato de ele ter visto. Mas assim, ele não disse que era a radioatividade, mas foi ele quem viu o fenômeno, foi ele quem presenciou a primeira vez. Então por esse motivo e por outros fatores também nós acreditamos que foi Becquerel.
80	A12: Segundo o experimento de Roentgen...
81	P01: Roentgen foi quem descobriu os raios X, mas Becquerel foi o primeiro a presenciar o fenômeno da radioatividade.
82	A11: Tá vendo.
83	P01: Se vocês não tiverem entendido os experimentos ou o texto eu posso explicar novamente. Mas qual foi o outro ponto de vista?
84	A12: É porque eles tinham uma opinião que é Becquerel e eu tenho uma opinião contrária, que é Marie.
85	P01: Por que Marie?
86	A12: Porque tipo Becquerel, como ela mesmo falou ele não chegou a um conceito meio que correto porque ele achava que era os raios de Becquerel, já Marie não, ela teve um estudo mais aprofundado e foi ela quem descobriu a radioatividade, deu continuidade aos experimentos de Becquerel. Porque ela só fez confirmar o que já existia.
87	P01: Então vocês acham na verdade que Marie... Ela foi seguindo a mesma linha que Becquerel? Foi isso ela foi pela mesma ideia de Becquerel? Ela viu os experimentos que ele fez, depois fez mais alguns experimentos, foi assim?
88	A01: Não, não.
89	P01: Marie foi por um outro caminho, ela percebeu que o que Becquerel tinha feito, estudou sobre os experimentos que ele realizou. Mas ela seguiu uma outra perspectiva, um outro caminho. E vocês acreditam que foi Becquerel ou Marie?
90	A14: Marie, porque é como ela falou, foi ela que conceitualizou uma coisa que ela poderia não saber algumas antes, mas ela soube explicar melhor, criar conceitos, uma teoria mais

	evoluída pra explicar.
91	P01: Mas você acha que essa teoria de Marie veio dando continuidade ao experimento de Becquerel ou ela foi por um outro caminho? O que vocês acham?
92	A05: Não!
93	P01: E vocês meninas (Referente a um outro grupo de estudantes) quem vocês acham que realizou essa descoberta? Foi Marie, foi Becquerel, foi outro pesquisador?
94	A03: Eu acho que foi o.... Eu acho que foram meio dois, eu acho que não tem um. Porque Becquerel, ele viu primeiro mais ele não conseguiu provar que aquilo era radioatividade, como era que as alguém iria dizer que ele descobriu alguma coisa, poderiam dizer que eram só os raios de Becquerel, que não teria utilidade nenhuma.
95	P01: Na verdade não teve a figura que descobriu, mas a descoberta feita em conjunto.
96	A03: É porque não descobriu de uma vez só, ela conseguiu mapear aquilo, claro que ela seguiu o trabalho anterior porque ninguém tinha falado nisso ainda. Ele fez o experimento ele viu mas não soube mapear aquilo. Eu acho que é importante ele ter descoberto, mas é importante também ela ter mapeado porque se ela não tivesse mapeado como era que a radioatividade poderia ser estudada hoje. Por mais que você descubra uma coisa, se você não consegue provar essa coisa fazer os experimentos certinhos, dizer o que é aquilo. É mais uma coisa tipo, as outras pessoas precisam entender pra usar aquilo do que você ter que ficar procurando o significado, porque se você não provar aquilo, não justificar não vai ter utilidade nenhuma.

A partir da indagação de P01 sobre qual a conclusão a que cada grupo havia chegado, logo os alunos começaram a se pronunciar apresentando suas ideias. O aluno A08 afirmou que foi “Marie porque ela explicou o que é radioatividade.” Tal afirmativa apresentou uma perspectiva diferente da evidenciada pelo A01 que afirmou:

A01: A gente conversou com a (P02) e ela colocou alguns pontos para a gente, disse que ele foi o primeiro a se deparar com essa substância, que de primeiro ele disse que era fosforescente e que ele deu a explicação, mas estava incorreta. E aí ela pôs esse ponto aí para a gente discutir e ver se podíamos dizer se realmente ele tinha descoberto a radioatividade. Porque se for ver a explicação da Marie Curie, foi totalmente diferente da que ele deu, mas mesmo com a explicação incorreta dele a gente acha que ele foi de extrema importância porque ele espalhou para a comunidade científica a propriedade dessa substância.

As discussões prosseguem e a aluna A11 no turno 75 apresenta uma nova perspectiva de descoberta quando afirma que “Tem uma frase assim: na natureza nada se cria tudo se transforma. E nós temos como exemplo ele, Becquerel não descobriu ele só viu que aquilo existia.” Tal fala pode indicar que a A11 percebe que não se trata de descoberta quando há “apenas” a percepção dos fenômenos, os quais que já existem na natureza, mas quando a elaboração do novo conceito. Todavia, posteriormente a A11 modifica sua opinião afirmando que considera Becquerel o autor da descoberta da radioatividade concordando com a ideia apresentada pelo A01 de seu grupo, como pode ser visto na fala abaixo:

A11: (...) nós três acreditamos que foi Becquerel pelo fato de ele ter visto. Mas assim, ele não disse que era a radioatividade, mas foi ele quem viu o fenômeno, foi ele quem presenciou a primeira vez. Então por esse motivo e por outros fatores também nós acreditamos que foi Becquerel.

A A12 segue a discussão discordando das ideias apresentadas pelos colegas e afirma que considera Marie Curie a autora da descoberta da radioatividade como observado no turno 84, “É porque eles tinham uma opinião que é Becquerel e eu tenho uma opinião contrária, que é Marie.” A professora solicita que o A12 explique sua escolha e o aluno segue afirmando no turno 86:

A12: Porque tipo Becquerel, como ela mesmo falou ele não chegou a um conceito meio que correto porque ele achava que era os raios de Becquerel, já Marie não, ela teve um estudo mais aprofundado e foi ela quem descobriu a radioatividade, deu continuidade aos experimentos de Becquerel. Porque ela só fez confirmar o que já existia.

A A14 no turno 90 complementa a fala de A12:

A14: Marie, porque é como ela falou, foi ela que conceitualizou uma coisa que ela poderia não saber algumas antes, mas ela soube explicar melhor, criar conceitos, uma teoria mais evoluída pra explicar.

As alunas A12 e A14 apresentam nas suas falas uma compreensão de descoberta oposta ao apresentado pelos alunos A01 e A11, pois acreditam que descobrir estar relacionado a compreender, explicar e criar um conceito sobre o fenômeno e que, estar diante do fenômeno pela primeira vez, isolá-lo, não é o suficiente para indicar que tal acontecimento seja caracterizado como descoberta. A ideia de descoberta defendida por tais alunos assemelha-se a de pesquisadores da História da Ciência como Martins (1990) que apresenta claramente em seu texto sua visão que descoberta está relacionada a compreender e explicar o fenômeno. Deste modo Martins (1990) assume que Marie Curie é a autora da descoberta da radioatividade. Assim, de acordo com esse autor as ideias apresentadas por Becquerel não eram coerentes com o fenômeno observado, portanto este não pode ser considerado o autor desse feito.

Para Martins (1990) a descoberta acontece quando se tem um processo de elaboração conceitual coerente do fenômeno. Também assumimos tal concepção sobre descoberta como a mais coerente; todavia o intuito neste encontro não era eleger qual das alternativas apresentadas pelos alunos era considerada correta, mas gerar espaço para a promoção de discussões capazes de instigar habilidades como reflexão e julgamento diante de um fato ancorado na História da Ciência.

Assim, buscou-se promover uma reflexão que fosse capaz de orientar os alunos em direção à superação de ideias estereotipadas sobre ciência. As transcrições das discussões evidenciam a superação da ideia de cientista como um gênio isolado, cujo o objetivo é atingir as verdades científicas e da ideia que há um caminho científico linear. Notamos que as afirmações dos alunos independentemente da ideia defendida por eles em relação a descoberta da radioatividade, mostram um avanço rumo a superação dos estereótipos.

Uma terceira opinião apresentada pelos alunos nessa discussão relaciona a descoberta como uma construção conjunta, como podemos observar na fala da A03 no turno 94.

A03: Eu acho que foi o.... Eu acho que foram meio dois, eu acho que não tem um. Porque Becquerel, ele viu primeiro mais ele não conseguiu provar que aquilo era radioatividade, como era que as alguém iria dizer que ele descobriu alguma coisa? Poderiam dizer que eram só os raios de Becquerel, que não teria utilidade nenhuma.

Como observado na fala da A03, a aluna considera que a descoberta ocorre pelo trabalho coletivo dos cientistas, onde cada um apresenta uma contribuição durante o processo. A aluna A03 acrescenta destacando o papel de cada cientista no processo da descoberta da radioatividade, destacando em sua fala a importância de compreender os fenômenos para que estes possam ser manipulados e utilizados. Ela acrescenta ainda a importância de validar o conhecimento para que este possa ser útil como podemos observar no turno 96.

A03: É porque não descobriu de uma vez só, ela conseguiu mapear aquilo, claro que ela seguiu o trabalho anterior porque ninguém tinha falado nisso ainda. Ele fez o experimento ele viu mas não soube mapear aquilo. Eu acho que é importante ele ter descoberto, mas é importante também ela ter mapeado porque se ela não tivesse mapeado como era que a radioatividade poderia ser estudada hoje. Por mais que você descubra uma coisa, se você não consegue provar essa coisa fazer os experimentos certinhos, dizer o que é aquilo. É mais uma coisa tipo, as outras pessoas precisam entender pra usar aquilo, do que você ter que ficar procurando o significado, porque se você não provar aquilo, não justificar não vai ter utilidade nenhuma.

Observamos através das discussões apresentadas que este encontro possibilitou que os alunos explorassem suas ideias e apresentassem seus pontos de vista sem se preocuparem em estarem certos ou errados, mas participando julgando e justificando as

ideias apresentadas por eles. Atividades como esta que possibilitam a participação, abrindo espaço para que o aluno seja o ponto principal na construção do seu próprio conhecimento são muito importantes, pois proporcionam uma atmosfera de construção de conhecimento mútua. Gerar ambientes de discussões torna os processos de ensino e aprendizagem mais dinâmicos, ao mesmo tempo que promove o desenvolvimento de habilidade como reflexão e julgamento.

5.3.2 Questionário Pós-Texto: “*Afinal, quem descobriu a Radioatividade?*”

Após a leitura e discussão do texto “Afinal, quem descobriu a Radioatividade?” foi entregue aos alunos um questionário contendo três questões referentes ao texto lido. As questões foram:

1. Que características relacionadas ao trabalho realizado pelos cientistas você consegue identificar no texto?
2. Como a descoberta dos raios X auxiliou na descoberta da radioatividade?
3. Existem relações entre o que conhecemos hoje por radioatividade e raios X? Justifique.

Das questões acima mencionadas foram selecionadas as de número 01 e 03 para análise por meio da ATD. As categorias geradas são consideradas emergentes pois surgiram das unidades de significado apresentadas pelos alunos. Deste modo um único aluno pode em sua fala apresentar mais de uma unidade de significado, bem como um mesmo aluno pode estar em duas ou mais categorias, considerando que as categorias são definidas pelas unidades de significado como afirmado anteriormente.

Na tabela 14 apresentaremos a tabela relacionado as categorias geradas pelas respostas dos alunos referentes a questão 01 do questionário pós-texto: *Que características relacionadas ao trabalho realizado pelos cientistas você consegue identificar no texto?* cujo objetivo é analisar se os alunos conseguem perceber e identificar as características da ciência presentes no texto.

Tabela 14: Categorias relacionadas a Questão 01: “*Quais características relacionadas ao trabalho realizado pelos cientistas você consegue identificar no texto?*”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de Significado	Frequência
Descobertas	Ideia de descoberta como uma construção coletiva.	<p>“Eles descobriram acontecimento do acaso e foi desse momento que eles começaram a estudar sobre e com passar do tempo outros cientistas foram melhorando essas descobertas.”</p> <p>“Muitas descobertas são feitas através da junção dos estudos de diversos cientistas. [...]”</p>	08 alunos

Etapas do fazer científico	Realização de experimentos, hipóteses, teses, teorias e conclusões.	“Marie, por exemplo, tinha uma hipótese de que não eram raios fosforescentes, e a partir disso ela começou a fazer experimentos, e chegou à conclusão de que aquilo era a radioatividade, ao invés de raios de Becquerel.” “Eles realizaram testes para verifica-las se suas hipóteses eram realmente verdadeiras.”	16 alunos
Método científico	Utilização do método científico.	“Os cientistas mencionados no texto não seguiram o método científico tradicional. Eles foram criando hipóteses e tentando prova-las, quando os testes não davam certo, eles tentavam outros, nunca seguindo os passos rebuscamente do método científico.” “O método dos cientistas consistia em observar o suposto fenômeno, lançar as hipóteses, entende-las e experimentá-las no laboratório [...]”	06 alunos
Comunidade Científica	Presença da comunidade científica	“[...] e em seguida divulgaram suas descobertas para a comunidade científica.” “[...] divulgação do conhecimento para comunidade científica.”	02 alunos
Premiação	Ideia de premiação ser vista como reconhecimento pelo trabalho desenvolvido.	“[...]até reconhecido e ganhando Prêmios Nobel [...]” “[...] (Premiação/reconhecimento).”	03 alunos
Bem-estar social	Ideia de ciência a favor do bem estar social	“[...]que ajudaram a melhorar a vida dos seres humanos [...]”	01 aluno
Não respondeu	Não apresentaram respostas a essa questão.	-	03 alunos

Como podemos observar, a Tabela 14 dispõe de cinco categorias, são elas: *Descoberta*, *Etapas do fazer científico*, *Comunidade científica*, *Premiação*, *Bem-estar social* e *Não respondeu*. Cada categoria se relaciona com as unidades de significado encontradas nas falas dos alunos, ressaltando que um mesmo aluno pode estar presente em duas ou mais categorias, pois o mesmo pode apresentar mais de uma unidade de significado em sua fala.

A categoria *Descobertas* abrange as unidades de significado que envolvem esse termo, tais alunos acreditam que as descobertas fazem parte do fazer científico apresentado no texto e amplamente discutido pelos integrantes da pesquisas. Ressaltamos que ao longo dessa pesquisa a concepção de descoberta apresentou significados distintos de acordo com as ideias dos alunos, note que no Quadro 04 do Encontro 02 a ideia de descoberta estava associada ao acontecimento ao acaso como mostra essa fala do aluno: “As descobertas das coisas “por acaso”, fenômenos naturais.”. No encontro 03 essa concepção se perpetua e pode ser evidenciada na fala do aluno “Eles descobriram acontecimento do acaso e foi

desse momento que eles começaram a estudar sobre e com passar do tempo outros cientistas foram melhorando essas descobertas.” Neste trecho é notório uma evolução do conceito de descoberta, pois a ideia apresentada pelo aluno leva em consideração que a descoberta é processo de construção coletiva.

No encontro 03 podemos observar também que outros elementos são acrescentados a ideia de descoberta como observado na fala “Muitas descobertas são feitas através da junção dos estudos de diversos cientistas. [...]” neste caso a ideia apresentada por esse aluno mostra que a descoberta é vista como uma construção conjunta de pesquisadores. Tal concepção está coerente com as discussões ocorridas na sala de aula, mostrando que as concepções apresentadas, também podem ter sofrido influência das discussões anteriores, quando os alunos puderam perceber de acordo com a discussão do texto “Afim, quem descobriu a radioatividade?”, que o processo de descoberta não ocorre isoladamente.

A categoria *Etapas do fazer científico* compreende unidades de significado que expressam etapas tais como: realização de experimentos, elaboração de hipótese, construção de teorias e realização de conclusões. Vale ressaltar que, apesar dessa categoria apresentar similaridades com a categoria *Método científico* elas não podem ser consideradas iguais e a principal diferença consiste na ausência ou presença desse termos nas unidades de significado.

A categoria *Etapas do fazer científico* compreendeu a maioria das unidades de significado. No total, 16 alunos citaram uma ou mais etapas do fazer científico. Notamos através da fala do aluno que tais etapas são observadas claramente no texto:

Marie, por exemplo, tinha uma hipótese de que não eram raios fosforescentes, e a partir disso ela começou a fazer experimentos, e chegou à conclusão de que aquilo era a radioatividade, ao invés de raios de Becquerel.

A categoria *Método científico*, conforme informamos, contempla os alunos que apresentaram esse termo em suas descrições. A ideia de método científico tem sido um dos focos das discussões ao longo dessa Sequência de Ensino-Aprendizagem, tal enfoque é dado a esse termo por este trazer consigo concepções inadequadas de ciência como discutido por Cobern e Loving (2001). Tal concepção é amplamente difundida em livros didáticos, nos quais repassa-se a ideia de método científico como expressão de uma ciência linear como observado por Vidal e Porto (2012) e Faría, Molina e Castelló (2013), não levando em consideração processos reflexivos, além das mudanças que ocorrem durante o desenvolvimento científico.

Deste modo as discussões seguiram com o intuito de romper com essa concepção de método científico único, e pode ter repercutido nas respostas apresentadas pelos alunos. Todavia, ressaltamos que acreditamos que os cientistas necessitam de métodos para desenvolver suas pesquisas, mas que estes não são padrões que não podem ser alterados e modificados e que o método não é único, mas que se enquadra a necessidade de cada pesquisador.

A seguir apresentamos duas unidades de significados que representam essa categoria:

Os cientistas mencionados no texto não seguiram o método científico tradicional. Eles foram criando hipóteses e tentando prova-las, quando os testes não davam certo, eles tentavam outros, nunca seguindo os passos rebuscamente do método científico.

O método dos cientistas consistia em observar o suposto fenômeno, lançar as hipóteses, entende-las e experimentá-las no laboratório [...].

De acordo com as unidades de significado apresentadas acima podemos observar que os cientistas precisam de um método para desenvolver o seu trabalho, todavia, na primeira fala podemos observar que o aluno não consegue estruturar coerentemente sua resposta para afirmar que o método não era único nem linear. Deste modo, afirma que não é o “método científico tradicional” e compreende que esse método não é único. Já na segunda fala podemos observar que o aluno refere-se ao método com etapas bem definidas e sequenciais, o que reforça a ideia de método único.

A categoria *Comunidade científica* contempla os alunos que apresentam e sua descrição a presença desse termo. Notamos que dois alunos relacionam a presença de uma comunidade científica para a divulgação de seus trabalhos uma característica do fazer científico apresentado no texto. A categoria *Premiação*, aborda os alunos que citam a premiação como uma das características do fazer científico, tal unidade de significado não tinha aparecido em momentos anteriores, isso pode ser justificado porque esse fato foi discutido apenas neste encontro. De acordo com os alunos a premiação está associada ao reconhecimento pelo trabalho dos cientistas. Como observado da fala do aluno “[...]até reconhecido e ganhando Prêmios Nobel [...]”.

Na categoria *Bem-estar social*, notamos que um aluno relacionou o fazer científico com o bem estar social, deste modo a ciência é vista a favor da melhoria do humanos. Como observamos na seguinte fala “[...] que ajudaram a melhorar a vida dos seres humanos

[...]”. A categoria *Não respondeu*, relaciona-se aos alunos que não apresentaram respostas para esta questão.

Abaixo apresentaremos a discussão da Questão 03: “Existem relações entre o que conhecemos hoje por radioatividade e raios X? Justifique.” Do questionário pós-texto trabalhado neste encontro. Cujo objetivo é analisar se os alunos conseguem compreender os fenômenos apresentando suas similaridades e diferenças.

De acordo com os dados coletados, podemos observar que dos 24 alunos presentes, 20 afirmam e/ou justificam que existe uma relação entre a radioatividade e os raios X, 01 acredita que talvez exista essa relação e 03 optaram por não responder a essa questão. As justificativas apresentadas pelos alunos para esta questão foram analisadas gerando três categorias descritas como: Correta; Parcialmente Correta e Incorreta. Tais categoria levam em consideração a aproximação das respostas dos alunos em relação aos conceitos cientificamente aceitos.

Tabela 15: Categorias relacionadas a Questão 03: “Existem relações entre o que conhecemos hoje por Radioatividade e Raios X? Justifique.”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de Significado	Frequência
Correta	Respostas corretas sem erros conceituais	“Sim, a radioatividade é um fenômeno nuclear, e o Raio X um fenômeno extranuclear, o mesmo não pode ser encontrado na natureza, diferentemente da radioatividade.” “Sim, pois ambos são espécies de radiação, em que uma de suas características é que ela emite raios ionizantes.”	10 alunos
Parcialmente Correta	Respostas que apresentam alguns erros conceituais	“Sim. O raio X é um fenômeno que está presente dentro do núcleo e fora, e já a radioatividade só está presente dentro desse núcleo.” “Ambos emitem raios ionizantes e ambos radioativos.”	09 alunos
Incorreta	Respostas que apresentam erros conceituais	“Sim. Quase toda radioatividade é raio X, porém nem todo raio X é radioatividade.” “Sim, Raio X é radioativo.”	02 alunos

A categoria *Correta* é caracterizada pelas respostas que apresentam informações que são cientificamente aceitas, como visto na afirmativa a seguir “Sim, a radioatividade é um fenômeno nuclear, e o raio X um fenômeno extranuclear, o mesmo não pode ser encontrado na natureza, diferentemente da radioatividade.” Notamos a clareza que o aluno apresenta quanto aos fenômenos em questão.

A categoria *Parcialmente correta*, aborda as afirmativas que apresentam alguns erros conceituais, como podemos observar na afirmativa a seguir “Ambos emitem raios ionizantes e ambos radioativos.” Notamos que o aluno percebe que ambos tipo de radiação são consideradas ionizantes, todavia acredita que tanto os raios X e a radioatividade são radioativos. Neste momento percebemos que houve uma confusão quanto o conceito de raios X e radioatividade, pois sabemos que o raio X apesar de ser uma radiação ionizante não é radioativa. Tal confusão pode ser justificada porque estes conceitos necessitam de um grau de abstração que talvez não foi atingindo pelo aluno neste momento, de modo que o mesmo não conseguiu estruturar suas concepções.

A categoria *Incorreta* aborda as resposta que apresentam apenas erros conceituais como podemos observar a afirmação do aluno “Sim, Raio X é radioativo.” Notamos que nesta afirmativa o aluno apenas apresenta uma confusão entre os fenômenos de radioatividade e raios X.

De acordo com a análise deste encontro podemos perceber uma evolução das ideias principalmente as relacionada ao conceito de “descoberta”, os alunos passam de uma concepção de descoberta como ocorria ao acaso como visto no encontro anterior, para uma ideia que a descoberta relaciona a uma elaboração conceitual sobre um fenômeno, bem como a clareza de que esse processo ocorre de forma coletiva.

5.4- Quarto Encontro

O quarto encontro é caracterizado pelo desenvolvimento da aula 06 da Sequência de Ensino-Aprendizagem. Esse encontro durou aproximadamente 3 horas e teve por objetivo a construção de conceitos fundamentais para a compreensão do fenômeno da radioatividade, tais como, emissão alfa (α), beta (β) e gama (γ), fissão e fusão nuclear e tempo de meia-vida, bem como apresentar as contribuições de Rutherford para a compreensão dos fenômenos radioativos, como também a aplicação da radioatividade na medicina.

Os dados apresentados a seguir são oriundos de duas formas de coleta: as gravações em vídeo e do questionário. O questionário é composto por 02 questões relacionadas aos conceitos trabalhados anteriormente, os quais são: emissão alfa (α) e beta (β), e tempo de meia-vida. As questões foram analisadas e classificadas em certas ou erradas.

Este encontro foi iniciado com a retomada da discussão sobre a descoberta da radioatividade, o que é decorrente durante as aulas pois a professora busca manter relação entre os encontros, além de serem conceitos-chave para a compreensão da Natureza da Ciência que é o objetivo da SEA. Assim, a professora assume o discurso de autoridade para retomar algumas conclusões sobre o fenômeno da radioatividade apresentadas por Henri Becquerel e Marie Curie. Em seguida, a professora apresenta as contribuições de

Rutherford para a compreensão do fenômeno de radioatividade e progressivamente os conceitos de emissão alfa, beta e gama, assim como os de fissão e fusão nuclear e tempo de meia-vida.

Após a construção dos conceitos fundamentais sobre radioatividade os alunos receberam um questionário contendo duas questões, as quais abordavam os conceitos de emissão alfa, beta e gama e tempo de meia-vida. Durante a aula, a professora retoma discussões importantes à compreensão sobre ciência e à compreensão sobre descoberta, permitindo aos alunos expor suas opiniões e analisando novas ideias que foram surgindo ao longo das discussões. Ao final, a professora realiza uma pequena introdução acerca das contribuições da radioatividade para medicina, tal tema, todavia, foi melhor explorado no encontro 05.

Neste quarto encontro, a professora assume o discurso de autoridade na maior parte do tempo, pois a aula baseou-se numa exposição interativa. Todavia, inicialmente, a professora buscou retomar conceitos já trabalhados em aula anteriores, o que possibilitou maior interação entre os participantes da pesquisa. Assim, novas características da Natureza da Ciência foram apresentados pelos alunos.

5.4.1 Análise das gravações em vídeo do quarto encontro

A análise das gravações em vídeo nos possibilitou, de acordo com a ATD, a classificação de categorias relacionadas às características da Natureza da Ciência ao conceito de descoberta. As categorias podem ser observadas de acordo com o desenvolvimento das discussões.

As categorias relacionadas a Natureza da Ciência são: *Elaboração de hipóteses, Realização de experimentos, Comunidade científica, Discordâncias entre cientistas, Método científico.*

As categorias relacionadas ao conceito de descoberta são: *O pioneiro na visualização do fenômeno, Surge das dúvidas, Elaboração conceitual.*

Conceito de Ciências

Durante o desenvolvimento da aula a professora retomou algumas discussões que vinham permeado o desenvolvimento da SEA. Dentre tais, discussões podemos analisar o conceito de ciência e como este tem se desenvolvido ao decorrer das aula. Essa discussão foi transcrita e está apresentada no Quadro 14.

Quadro 14: Trecho 01 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 04)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 03 – Conceito de Ciências
01	P01: Vocês receberam um questionário e eu gostaria que me apresentassem as discussões realizadas. Na questão 01, fala sobre as características do fazer científico. Você consegue identificar no texto (a professora refere-se ao questionário pós texto do encontro 03). Gostaria que vocês citassem essas características que fazem parte do fazer ciência, que conseguiram ser identificadas no texto sobre a descoberta da radioatividade.
02	A04: Elaboração de hipóteses.
03	A14: Testes também.
04	A04: Experimentos.
05	A03: Divulgação com a comunidade científica.
06	A12: Professora, as ideias de um complementando a do outro pode ser também?
07	A04: Junção de conhecimento.
08	P01: Sim. O que mais?
09	A02: Teve também as discordâncias.
10	P01: O que mais gente? Mais alguma característica do trabalho científico que vocês conseguiram observar no texto?
11	A13: Conclusões.
12	P01: Mais alguma coisa?
13	A01: Premiação.
14	P01: As premiações, que também fazem parte do fazer científico. Alguém tem mais algo a ressaltar?
15	A02: O reconhecimento que fica ligado as premiações.
16	P01: Isso eu vou colocar aqui no quadro entre parêntese (A professora listou no quadro as características citadas pelos alunos.)
17	A13: Método científico.
18	P01: Pronto, vamos discutir alguns pontos aqui sobre o que vocês citaram. Alguém tem mais algo a acrescentar?
19	Alunos: Não!

Observamos nesse trecho que a professora buscou retomar as discussões realizadas em aulas anteriores, para perceber o desenvolvimento das ideias dos alunos sobre a realização do trabalho científico. Notamos que ao decorrer do desenvolvimento da SEA os alunos apresentaram novas características do fazer científico, que antes não poderiam ser observados no discurso deles.

De acordo com Kuhn (1974), a comunidade científica é considerada uma comunidade prática diferente de uma simples junção de cientistas, ela não se define por número de participantes, mas por grupos de cientistas de praticantes de especialidades científicas e encontram-se unidos por elementos comuns, a qual funciona como produtora e avaliadora de conhecimento sólido, sendo esta capaz de legitimar a prática científica. Assim, o trabalho científico não ocorre individualmente no laboratório, e não há um gênio solitário como divulgado em alguns livros didáticos.

Nos turnos 05, 07,13 e15 os alunos compreendem essa presença de comunidade científica como sendo um grupo de pessoas que trabalham juntas, de modo a romper com a

ideia de trabalho isolado, além de ressaltam que essa comunidade é capaz de reconhecer os feitos dos cientistas através das premiações, essa percepção de trabalho coletivo é muito importante o que indica um avanço no sentido de romper com visões estereotipadas sobre os cientistas, não conferindo a este um “slogan de gênio isolado”, como também sobre a própria Natureza da Ciência.

Outro ponto destacado pelos alunos refere-se à fala de A02 no turno 09, “Teve também as discordâncias.” Perceber que existem discordâncias entre os cientistas é uma avanço substancial no que se diz respeito a ruptura de uma visão linear de ciência. Essa aluna percebe que apesar dos cientistas apresentarem interesses incomuns esses são livres para seguir metodologias diferentes e chegar a novas conclusões que podem divergir da anterior, as divergências entre os cientistas mostram que a ciência não é um conhecimento pronto e acabado e sim uma constata busca por um conhecimento coerente e válido. O que nos faz perceber a maneira que as intervenções ocorreram e a abordagem utilizada contribuíram positivamente para a romper uma visão estereotipada de ciência e que ainda está muito presente na sala de aula.

Outro ponto a ressaltar está relacionada a categoria *Método científico* a ideia de utilização de um método está enraizada na relação que os alunos fazem com a ciência, tal ideia é reforçada nos livros didáticos e aulas de ciências, assim a superação dessa ideia torna-se um lento e gradativo. Percebemos os avanços na concepção sobre a utilização do método científico no decorrer das aulas. Os alunos já conseguem perceber que este não é uma “receita” pronta e acabada, ressaltando que as etapas as quais caracterizam esse método podem sofrer alterações. Assim, a professora segue sua aula buscando sempre fomentar discussões no intuito de desconstruir a ideia linear de método científico, como podemos observar nas transcrições a seguir.

Quadro 15: Trecho 02 da transcrição do Episódio 03 (Encontro 04)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 03 – Conceito de Ciências
20	P01: (...) O método científico que conhecemos é composto por algumas etapas né isso? E se nesse meio termo eu não seguir todas as etapas de elaboração de hipóteses, experimentos, etc. Eu acabo rompendo com o método científico? O método científico acaba não existindo?
21	A12: Eu acho que não.
22	P01: O que vocês acham?
23	A06: Eu acho que sim só que distorcido.
24	P01: Continua sendo o método científico que vocês conhecem? Porque vocês me disseram que era uma sequência eu faço isso, depois faço isso, depois faço isso (Referindo-se as escrituras no quadro).
25	A12: Mas se os experimentos não derem certo, você pode elaborar novas hipóteses e realizar novos experimentos até chegar a uma conclusão exata.
26	P01: Então eu posso chamar isso de método científico? Ou então eu acabei com o método científico porque eu tive que voltar.

27	Alunos: Acho que pode voltar.
28	A11: Na minha opinião acho que todos esses tópicos (referindo-se as escrituras no quadro) são o método científico e o método científico é uma forma de organizar a sua pesquisa. Porque se você não tem um certo padrão como eles falaram com é que vai ficar organizado, como você vai conseguir chegar a uma conclusão “correta” vamos dizer assim. Porque se você não tiver esse método você pode esquecer de alguma etapa e acabar tendo conclusões precipitadas.
29	P01: Mas mesmo que eu volte a essa ideia. Ah! Eu comecei a agir de acordo com o método, elaboro hipóteses, faço experimentos.
30	A11: Você não precisa necessariamente seguir essa ordem.
31	P01: Você está dizendo que mesmo que eu não siga essa ordem não deixa de ser um método.
32	A11: Isso!
33	P01: Alguém mais gostaria de falar sobre o método científico. E você rapazinho que citou o método científico ainda continua achando que se eu não seguir esses passos não é método, ou você acha que é outra coisa, ou concorda com a colega?
34	A13: Eu concordo com a colega.
35	P01: Então você acha que continua tendo o método mesmo que ele não seja linear?
36	A13: Isso!
37	P01: Alguém gostaria de acrescentar mais alguma coisa?
38	A02: Professora, é assim quando a gente ficou sabendo o que era método científico pela Química, ou pela ciência. Eu acho que ficou algo tipo, muito certinho, hipótese, experimento e conclusão como a senhora falou, mas de acordo com o texto que a gente leu ontem a senhora disse que não era assim que funcionava, poderia criar experimentos e depois hipóteses e se não desse certo criar outras hipóteses e experimentar até chegar em uma solução no caso o resultado final. Eu concordo com ela e com eles, mas método científico quando é apresentado pra gente é muito padrão, é algo muito certo.
39	A08: Na teoria porque na prática...
40	A02: Isso! Na teoria é muito certinha, mas quando a gente vai ver não é assim que funciona. Eu acho que é isso.

Percebam que no turno 24 a professora P01 realiza indagações para compreender a ideia dos alunos sobre o método científico referindo-se a linearidade das etapas. Assim, em resposta, a aluna A12 no turno 25 afirma “Mas se os experimentos não derem certo, você pode elaborar novas hipóteses e realizar novos experimentos até chegar a uma conclusão exata.” Notamos nesta fala que a A12 mostra uma avanço na percepção de que não há linearidade nas etapas, deste modo a pesquisa se desenvolve de acordo com suas necessidade sem necessariamente seguir um método único. Todavia, vale ressaltar que a A12 apresenta uma a ideia de que o fazer científico independente dos métodos utilizados sempre chega a uma verdade.

Retomamos, a discussão realizada anteriormente neste trabalho sobre o método científico destacando sua origem e contribuições no modo de caracterizar a ciência. Em seu trabalho Silva (2001) discute que a ideia de método científico tem origem filosófica, sendo Bacon (1561-1626) o primeiro a propor essa ideia, considerando o chamado por ele de “método indutivo”. Bacon defendia que a descoberta de fenômenos verdadeiros era possível através da utilização de um método que considerava a observação e experimentação dos

fenômenos guiados pelo raciocínio indutivo. Assim, a ideia de Bacon foi utilizada como categoria utilizada para compreender a ciência.

Essa ideia foi reforçada e disseminada a partir do *Modelo de Aprendizagem por Descoberta* criado em 1970, com o objetivo de formar cientistas, onde acreditava-se que para se entender sobre ciências, os estudantes deveriam trilhar o mesmo caminho que os cientistas, através da utilização de um método científico. E essa ideia ganhou proporções gigantescas e é propagada até hoje (MARQUES, 2015). A epistemologia moderna desmistificou essa ideia de método científico, toda via é possível observar a influência das ideias de Bacon (1561-1626) na concepção de estudantes em todos os níveis de ensino.

Nesta pesquisa pudemos perceber a forte presença dessas ideias através das falas dos alunos. Sobre o método científico ainda a aluna A11 declara:

A11: Na minha opinião acho que todos esses tópicos (referindo-se as escrituras no quadro) são o método científico e o método científico é uma forma de organizar a sua pesquisa. Porque se você não tem um certo padrão como eles falaram com é que vai ficar organizado, como você vai conseguir chegar a uma conclusão “correta” vamos dizer assim. Porque se você não tiver esse método você pode esquecer de alguma etapa e acabar tendo conclusões precipitadas.

Em sua fala a aluna A11 defende a utilização do método científico, advogando que as pesquisas necessitam seguir um método para manter a organização. Desse modo, ele ressalta que é necessário manter um padrão. A fala da aluna segue na perspectiva que para que um conhecimento seja considerado científico, ele necessita apresentar algumas características específicas, assim para este aluno a utilização de um método para organização da pesquisa assegura a mesma certo grau de confiabilidade e veracidade.

As falas apresentadas pelos alunos evidenciam que há uma evolução na percepção sobre o método científico, no sentido de compreendê-lo como um método que não é rígido com etapas sequenciais que são cumpridas à risca, mas notamos uma estagnação quando os alunos permanecem com a ideia de que mesmo não seguindo esse método linear o cientista sempre chega a um conhecimento exato e verdadeiro.

A professora segue a discussão sobre o método científico indagando aos alunos sobre a ideia de linearidade desse método, como resposta a professora a A02 apresentou a seguinte ideia:

A02: Professora, é assim quando a gente ficou sabendo o que era método científico pela Química, ou pela ciência. Eu acho que ficou algo tipo, muito

certinho, hipótese, experimento e conclusão como a senhora falou, mas de acordo com o texto que a gente leu ontem a senhora disse que não era assim que funcionava, poderia criar experimentos e depois hipóteses e se não desse certo criar outras hipóteses e experimentar até chegar em uma solução no caso o resultado final. Eu concordo com ela e com eles, mas método científico quando é apresentado pra gente é muito padrão, é algo muito certo.

A fala de A02 no turno 32 explicita que a construção do conhecimento sobre o método científico favoreceu a formação estereotipada, na qual a ideia que era passada seguia uma linha única e padronizada, englobando etapas sequenciais que deveriam ser cumpridas à risca.

Na fala de A02 no turno 40 é notório a ocorrência do processo de ruptura de estereótipos presentes no processo de escolarização “Isso! Na teoria é muito certinha, mas quando a gente vai ver não é assim que funciona. Eu acho que é isso.” Assim, sugerimos que a leitura do texto e as explicações da professora possibilitaram uma melhor compreensão do fazer científico, diferentemente da concepção que havia sido repassada anteriormente no processo de escolarização, que pode envolver professor, livro texto ou algumas disciplina específica.

Concepção sobre Descoberta

Outro ponto retomado durante o desenvolvimento desse encontro foi o conceito de descoberta. Tais conceitos foram retomados durante essa aula por serem conceitos-chave para a compreensão da Natureza da Ciência que é o objetivo da SEA. As discussões foram transcritas e estão apresentadas a seguir.

Quadro 16: Trecho 01 da transcrição do Episódio 08 (Encontro 04)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 08 –Conceito de descoberta
01	P02: É uma pergunta que a professora já fez, mas eu estou retomando. O que vocês entendem por descoberta nesse momento?
02	A04: Que a descoberta surgem das dúvidas. Se uma pessoa tem uma dúvida aí ela vai estudar para não ter mais a dúvida e acaba descobrindo uma coisa nova.
03	P02: Certo.
04	A01: Eu acho que, o que eu entendo de descoberta é ser o primeiro a testemunhar algo, mesmo que de primeira você não entenda o que está acontecendo. Ser a primeira pessoa a testemunhar aquele evento então é você é quem está descobrindo, e é a partir daí, a partir de você que vai poder formular as hipóteses, enfim chegar a uma resposta, mas o primeiro a presenciar é quem descobre na minha opinião.
05	P02: Certo. Daí você ser a favor de ser Becquerel que descobriu, porque foi ele o primeiro a testemunhar e divulgar esse fenômeno. Ok?
06	P01: Mais alguém? Alguém tem alguma opinião diferente da dele? O pessoal que defendeu Marie, por que acha que foi ela?
07	A02: Pelo o que a gente entendeu ontem, da aula de ontem e de hoje também é meio que uma junção do que ele falou e do que você falou também (referindo-se a uma

	colega) só que a gente defende Marie porque eu acho que descobrir em si não é só testemunhar. Porque uma coisa é eu ver algo e não falar nada sobre isso, pra você descobrir você precisa saber o que isso significa pra que você possa passar aos outros o que você descobriu. É uma junção mas tem suas divergências entendeu?
08	P01: Mas veja, Becquerel elaborou uma resposta para o fenômeno.
09	A12: Mas ele não chegou a mesma conclusão que ela.
10	A03: Mas não foi a certa.
11	A12: Ele chegou sobre outra coisa, porque Marie é como a senhora falou ela não vai testar as mesmas coisas que Becquerel, ela vai fazer outros estudos além do dele.
12	A02: Porque quanto mais experimentos fizemos, mais conhecimentos adquirimos, além dos que já existiam ela fez por outros meios e outros métodos, aí ela conseguiu mais ainda, ela conseguiu explicar com mais...
13	P02: Ela elaborou um conceito para radioatividade né.
14	A02: Sim e é aceito até hoje.
15	P01: Muito obrigada pela contribuição de vocês.
16	A11: Mas se a gente for parar pra pensar, aí a gente vai pra filosofia. Cada filósofo diz uma coisa uma contradiz o outro, nesse caso não haveria nenhuma descoberta de acordo com a filosofia, logo não haveria matemática, química, biologia.

No turno 01 a professora P02 retoma a discussões sobre o conceito de descoberta que permearam encontros anteriores e alguns pontos foram retomados, são eles: A descoberta surge das dúvidas; Ser o primeiro a evidenciar o fenômeno; Elaboração conceitual do fenômeno; Associação da ciência com a filosofia.

A aluna A04 no turno 02 afirma literalmente “Que a descoberta surgem das dúvidas. Se uma pessoa tem uma dúvida aí ela vai estudar para não ter mais a dúvida e acaba descobrindo uma coisa nova.” De acordo com a afirmação da aluna, certamente para ela, a descoberta é possível através do estudo em busca de respostas para as dúvidas, sendo fruto de desenvolvimento intelectual, onde a busca por respostas possibilita a elaboração conceitual de algo novo.

O aluno A01 no turno 04 retoma a ideia defendida por ele no terceiro encontro, onde caracteriza o “descobridor” como aquele que é o primeiro a evidenciar o fenômeno.

A01: Eu acho que, o que eu entendo de descoberta é ser o primeiro a testemunhar algo, mesmo que de primeira você não entenda o que está acontecendo. Ser a primeira pessoa a testemunhar aquele evento então é você é quem está descobrindo, e é a partir daí, a partir de você que vai poder formular as hipóteses, enfim chegar a uma resposta, mas o primeiro a presenciar é quem descobre na minha opinião.

Na fala do aluno A01 fica evidente sua defesa em relação a ideia de descoberta relacionada a ser o primeiro a evidenciar o fenômeno, tal ideia apresentada pelo aluno também foi apresentada nas discussões no Encontro 03. O aluno ressalta sempre que em sua concepção não é necessária uma elaboração conceitual como defende Martins (1990)

para que um cientista seja considerado o autor da descoberta, para o aluno o fato de evidenciar o fenômeno por si já é o suficiente, pois ao expor esse fenômeno a comunidade de demais ciências ele favorece a visualização do fenômeno em si, abrindo espaço para novas ideias e elaborações conceituais mais coerentes.

A aluna 02 no turno 07 advoga a favor da ideia de que descoberta está relacionada a elaboração conceitual do fenômeno:

A02: Pelo o que a gente entendeu ontem, da aula de ontem e de hoje também é meio que uma junção do que ele falou e do que você falou também (referindo-se a uma colega) só que a gente defende Marie porque eu acho que descobrir em si não é só testemunhar. Porque uma coisa é eu ver algo e não falar nada sobre isso, pra você descobrir você precisa saber o que isso significa pra que você possa passar aos outros o que você descobriu. É uma junção, mas tem suas divergências entendeu?

A aluna A02 mostra um avanço na concepção de descoberta ao explicita em sua fala a importância de evidenciar um fenômeno, mas ressalta que isto não é o suficiente para caracterizar uma descoberta, pois para esta aluna para que possa ser caracterizado como descoberta é necessária que se faça uma elaboração conceitual coerente ao fenômeno. Essa ideia assimila-se a apresentada por Martins (1990), que considera que Becquerel não é o “descobridor” da radioatividade como apresentado na maioria dos livros didáticos, porque a interpretação apresentada por ele não dispunha de coerência com seus dados obtidos, apesar de visualizar o fenômeno da radioatividade, Becquerel não apresentou uma explicação coerente ao fenômeno, pois acreditava que tratava-se de uma fosforescência invisível. Assim, Martins (1990) defende que Marie Curie deve ser considerada a autora da descoberta da radioatividade por propor uma elaboração conceitual coerente ao fenômeno.

A aluna A11 faz associações da ciência com a filosofia, na busca de compreender melhor os próprios aspectos científicos, como apresentado no turno 16:

A11: Mas se a gente for para pra pensar, aí a gente vai pra filosofia cada filósofo diz uma coisa uma contradiz o outro, nesse caso não haveria nenhuma descoberta de acordo com a filosofia, logo não haveria matemática, química, biologia.

Podemos observar que A11 faz relações entre a ciência e outras áreas de conhecimento como a filosofia. Para ela o episódio histórico da descoberta da radioatividade se assemelha a filosofia por haver as contradições de ideias, o que na filosofia é comum. Pois cada filósofo segue uma linha de raciocínio que o caracteriza. Ressalta que se nesse

caso para a ciência se fosse pensada com as características da filosofia não haveria descoberta, pois sempre as ideias entrariam em contradição.

A ideia apresentada pela se contrapõe a ideia objetivada na aula, todavia essa contraposição não ocorre de maneira ingênua, ela faz associações na busca de compreender porque aspectos que são válidos a filosofia não podem ser aplicados também para ciência.

A discussão prossegue como podemos observar nas transcrições a seguir.

Quadro 17: Trecho 02 da transcrição do Episódio 08 (Encontro 04)

Turno de fala	Transcrição do Episódio 08 –Conceito de descoberta
17	P01: Olhe, na verdade a ideia que a filosofia quer trazer não é que não haveria ciência.
18	A11: Não, porque ela falou em descobrir e descobrir na sua opinião pelo que eu entendi é aquela pessoa que além de ver, cria um conceito entendeu? Mas os filósofos cada um tem um conceito diferente.
19	A02: Mas aí você veja que existem três filósofos que são considerados como um marco.
20	A11: São considerados um marco, mas que se contradizem né. Eles são grandes filósofos.
21	A02: Então mesmo eles sendo grandes filósofos eu acho que esse conceito de filosofia na ciência não se permite tanto. Por exemplo, Sócrates pra mim ele cria conceitos sobre a sociedade.
22	P01: Gente eu gostaria que as duas meninas que estavam discutindo, apesar de todos estarem, mas que eles expusessem suas opiniões para os colegas. Para que todos possam ouvir melhor. Aos demais eu peço atenção. Se vocês não concordarem com as ideias ou quiserem acrescentar podem se pronunciar também. Só retomando o que vocês estavam falando (A01) disse que atribuiria a descoberta da radioatividade a Becquerel porque foi ele o primeiro a deparar-se o fenômeno. Já (A02) afirmou que, não é apenas deparar-se com o fenômeno, mas sim de entendê-lo, explicá-lo e elaborar conceitos plausíveis para ele. E aí as meninas falaram sobre a questão filosófica.
23	A11: Eu citei a filosofia como exemplo.
24	P01: É ótimo, eu só queria entender a relação da ideia de descoberta com a filosofia. Gente vamos ouvir a ideia dela.
25	A11: Eu dei exemplos de dois grandes filósofos onde um contradiz o outro.
26	A02: Pelo que eu entendi do raciocínio dela que usa a filosofia onde os filósofos se contradizem, mas nesse caso não é que um contradiz o outro na verdade se complementam os experimentos de um ajuda no do outro. Porém, Marie fez experimentos totalmente diferentes dos outros anteriores, as ideias dela partiram dela própria, né assim?
27	P01: E embasada em outros estudos que estavam ocorrendo. Lembram que eu falei que Rutherford também estava trabalhando nisso, e a partir de então surgiu uma nova ideia de átomo, quem sabe se também não surgiram novas ideias que deram suporte as conclusões de Marie.
28	A02: No caso da filosofia existem várias teorias de vários grandes filósofos, porque não existe só um, assim como vários cientistas existem também. Eu acho assim a ideia mais aceita é a que sobressai e como eu estava conversando com a colega uma completando a outra ela disse que assim, a ciência como no caso de Marie ela é mais aceita porque ela viu, estava presente no ato lá, no fenômeno e ela também soube explicar o que estava acontecendo. Eu acho que é a mesma coisa que um filósofo faz, ele cria suas hipóteses, ele cria sua teoria e ele sabe explicar o que cada fala. Sócrates fala uma coisa, outro filósofo outra, assim, sabe?
29	A12: Tipo que a descoberta tem um conceito. Como é que você vão dizer que descobriu algo se você não sabe nem o que é.
30	P01: Então Becquerel atribuiu algumas características. Becquerel atribuiu sim algumas

	características a radiação que ele chamou de raios de Becquerel, ele explicou essa radiação como uma fosforescência invisível, porém não foi a explicação correta. Como eu havia falado anteriormente as verdades são provisórias, os conceitos são tomados como verdade até que outra pessoa prove que não é.
31	A02: É o caso que eu acho que a filosofia não se enquadra nesse conceito porque cada filósofo fala uma coisa e não se sabe o que realmente é verdade. Na ciência a gente também não sabe o que é verdade, mas a gente adequa com o momento. Que no caso a mais aceita é a de Marie que ela presenciou e explicou. Então no caso eu acho que a filosofia em si não entra porque cada um explica de uma forma e a gente com a opinião própria aceita a que a gente quiser. Assim, existe um tipo de cientista que fala a verdade no momento, mais daqui a dez anos e dizer não é assim como Marie pensou é assim, assim e assim. As teorias serão avaliadas também, vão ser feitos outros experimentos e outras hipóteses, ver se essa nova é melhor que a anterior.
32	P02: Eu acho que é interessante o que você está colocando. Todas as falas são importantes, mas eu acho que você chamou a atenção para um aspecto né A2 e A11. Isso foi muito importante porque você citou sobre a filosofia né? Então, tem vários filósofos que pensam de formas diferentes e não há como dizer qual é o certo ou o errado. A ciência na questão da descoberta ela se assemelha nesse ponto, mas de qualquer forma quando se trata da construção do conhecimento científico, a ciência vai se diferenciar um pouco da filosofia, porque ela tenta estabelecer o que é cientificamente aceito naquele momento embora, você possa ter mais de uma teoria que seja cientificamente aceita, mas o cientista trabalha nessa linha. Na linha de dizer o que é cientificamente aceito. Hoje é isso. Por exemplo, qual o modelo atômico cientificamente aceito hoje. Então, por mais que na ciência de ponta existem divergências, e existem bastante, mas a ciência tende sempre a determinar o que é cientificamente aceito naquele momento histórico e a filosofia não tem muito essa pretensão. Ela tem o pensar muito mais livre que a ciência, daí ter essa variedade maior que na ciência. E a ciência, ela tenta conter um pouco essa variedade. Essa variedade existe, mas ela tentar conter um pouco mais, por exemplo, o que nós entendemos hoje como átomo? Qual a concepção cientificamente aceita hoje para radioatividade? A filosofia se difere um pouco da ciência porque ela vai lançando pressupostos e a ciência vai além desses pressupostos com o objetivo de determinar o que é cientificamente aceito. Foi ótimo você ter colocado essa comparação para refletirmos melhor.
33	A11: Mas eu citei a filosofia só como exemplo mesmo. E tem a matemática também, como exemplo tem a fórmula de Pitágoras, que tem vários jeitos de chegar no resultado sem usar a fórmula.
34	P02: Certo, eu só estava querendo dizer que a ciência não é a mesma coisa que a filosofia. A filosofia tem uma lógica diferente uma forma de entender o mundo diferente da ciência. A ciência precisa da filosofia como pressuposto pra entender alguns fenômenos, mas ela tende a dizer o que é cientificamente correto, a filosofia é mais livre.
35	A02: A matemática o exemplo de Pitágoras que você deu, ele fez vários testes e usou vários números para chegar e comprovar a fórmula assim como na ciência são realizados vários experimentos até chegar à conclusão correta do momento entendeu? No caso de Pitágoras, a matemática e a ciência estão muito próximas entre si. Porque pra existir a matemática foram feitos experimentos, e como é que a gente sabe que os números são infinitos, como é que a gente sabe da primeira equação, foi preciso testar pra gente ter essa fórmula completa. E na ciência é a mesma coisa a gente faz testes, e testes e testes até chegar em algo que é aceito cientificamente.

Nos turnos de 18 a 21 as alunas A02 e A11 fomentam a discussão sobre as similaridades e distanciamentos entre ciência e filosofia. A aluna A11 ressalta que entendeu que a descoberta está relacionada a elaboração conceitual, todavia quando isso é levado à filosofia os próprios conceitos se contradizem, de acordo com os filósofos que os defendem, como apresentado no turno 18 “Não, porque ela falou em descobrir e descobrir na sua opinião pelo que eu entendi é aquela pessoa que além de ver, cria um conceito entendeu?

Mas os filósofos cada um tem um conceito diferente.” A11 em sua fala parece perceber que a P01 segue as concepções apresentadas por Martins (1990), onde a ideia de descoberta está relacionada a uma elaboração conceitual do fenômeno.

A elaboração conceitual sobre “descoberta” é complexa não apenas porque os alunos possam ter uma visão já estereotipada de ciência, mas por outros fatores que devem ser considerados. Nesse contexto aparecem outras concepções trabalhadas na escola, onde os alunos percebem que na filosofia cada filósofo pode apresentar conceitos diferentes sobre vários temas, assim eles comparam a ciência e filosofia e indagam o porquê na ciência Henri Becquerel (1852-1908) não pode ter um conceito diferente de Marie Curie (1864-1934).

No turno 32 e 34 a professora P02 apresenta uma resposta levando em conta que as ciências da natureza são mais “paradigmáticas”. A filosofia e as ciências humanas não seguem uma tendência como as ciências da natureza. Mesmo que nas ciências da natureza possam haver mais de um paradigma, em alguns tópicos isso não é recorrente. Por exemplo, não há químico que discorde que a matéria é formada por átomos e espaços vazios, no entanto pode haver filósofos que discordem entre si de pontos que para um é um fundamento filosófico e para outro não.

A A02 acredita que essa ideia de filosofia não se aplica a ciência, pois nesse caso a ciência apresenta características diferentes da filosofia, assim destacando que os objetos de estudo da ciência e filosofia são diferentes como apresentado no turno 21 “Então mesmo eles sendo grandes filósofos eu acho que esse conceito de filosofia na ciência não se permite tanto. Por exemplo, Sócrates pra mim ele cria conceitos sobre a sociedade.” A discussão prossegue a aluna A02 acrescenta:

A02: Pelo que eu entendi do raciocínio dela que usa a filosofia onde os filósofos se contradizem, mas nesse caso não é que um contradiz o outro na verdade se complementam os experimentos de um ajuda no do outro. Porém Marie fez experimentos totalmente diferentes dos outros anteriores, as ideias dela partiram dela própria, né assim?

Nesta afirmação a aluna A02 acredita que, diferentemente da filosofia, apesar de existirem contradições na ciência, na verdade os experimentos de um cientista acabam por auxiliar na pesquisa de um outro cientista, mesmo que estes trilhem por caminhos diferentes de raciocínio diante de um mesmo fenômeno. No turno 28 a aluna A02 atribui algumas similaridades para ciência e filosofia.

A02: No caso da filosofia existem várias teorias de vários grandes filósofos, porque não existe só um, assim como vários cientistas existem também. Eu acho assim, a ideia mais aceita é a que sobressai e como eu estava conversando com a colega uma completando a outra, ela disse que, assim, a ciência como no caso de Marie ela é mais aceita porque ela viu, estava presente no ato lá, no fenômeno e ela também soube explicar o que estava acontecendo. Eu acho que é a mesma coisa que um filósofo faz, ele cria suas hipóteses, ele cria sua teoria e ele sabe explicar o que cada fala. Sócrates fala uma coisa, outro filósofo outra assim sabe.

Nesta afirmativa a aluna busca destacar características da ciência que possam apresentar similaridade com a filosofia; todavia, no turno 31 ela reafirma que algumas características da filosofia não se enquadram a ciência.

A02: É o caso que eu acho que a filosofia não se enquadra nesse conceito porque cada filósofo fala uma coisa e não se sabe o que realmente é verdade. Na ciência a gente também não sabe o que é verdade, mas a gente adequa com o momento. Que no caso a mais aceita é a de Marie que ela presenciou e explicou. Então no caso eu acho que a filosofia em si não entra porque cada um explica de uma forma e a gente com a opinião própria aceita a que a gente quiser. Assim, existe um tipo de cientista que fala a verdade no momento, mais daqui a dez anos e dizer não é assim como Marie pensou é assim, assim e assim. As teorias serão avaliadas também, vão ser feitos outros experimentos e outras hipóteses, ver se essa nova é melhor que a anterior.

A aluna A02 justifica sua afirmativa de considerar que algumas características da filosofia não se enquadram para a ciência, pois para essa aluna a ciência busca sempre por uma validação desse conhecimento (considerando o tempo histórico), diferentemente da filosofia onde as teorias existem, todavia não se tem a preocupação com essa validação nem como eleger a que é correta, mas que cabe a cada um filiar-se a que lhe convém.

A02 apresenta a ideia de verdades relativas a momentos históricos. As ciências da Natureza são paradigmáticas, trabalham com verdades históricas (não absolutas). Então, Marie Curie elaborou o conceito de radioatividade, diferentemente de Becquerel. A explicação proposta por ele não convenceu a comunidade científica como apresentado por Martins (1990) devido as incoerências existentes. Então, nesse caso de alguma forma elege-se a explicação mais plausível nesse caso a de Marie.

A filosofia, por sua vez, trabalha com pressupostos, elabora esses pressupostos que podem seguir por vertentes distintas. Os grandes filósofos apresentam pressupostos que

serão arcabouço para pensar sobre várias questões e esferas do conhecimento. Os filósofos falam de comportamento humano, sociedade, sobre política, etc. A filosofia tem uma natureza diferente da ciência. Embora esse aspecto relativo a relação da ciência e filosofia não tenha sido o objetivo da aula, mas ele foi apresentado por A11 e também enfatizado por A02 e discutido por P02. Tal discussão mostra que a SEA contribui no sentido de dispor de espaço para que os alunos possam estabelecer e expor as relações entre a ciência e os diversos campos do conhecimento, vale ressaltar que a abordagem realizada por P02 tem o potencial de orientar os alunos na estruturação das ideias, explanado sobre as áreas do conhecimento apresentado suas características mais específicas.

A aluna A11 cita outro exemplo no qual ele considera que a filosofia também tem similaridade com a matemática como pode ser observado no turno 33.

A11: Mas eu citei a filosofia só como exemplo mesmo. E tem a matemática também, como exemplo tem a formula de Pitágoras, que tem vários jeitos de chegar no resultado sem usar a fórmula.

No turno 34 a aluna A02 finaliza a discussão ressaltando que acredita que a matemática tem algumas similaridades com a ciência quando se desenvolve em busca de respostas exatas, no caso da ciência ela se desenvolve em busca da validação do conhecimento determinando o que deve ser aceito cientificamente e o que não deve.

A02: A matemática o exemplo de Pitágoras que você deu. Ele fez vários testes e usou vários números para chegar e comprovar a fórmula assim como na ciência são realizados vários experimentos até chegar à conclusão correta do momento entendeu? No caso de Pitágoras, a matemática e a ciência estão muito próximas entre si. Porque pra existir a matemática foram feitos experimentos, e como é que a gente sabe que os números são infinitos, como é que a gente sabe da primeira equação, foi preciso testar pra gente ter essa fórmula completa. E na ciência é a mesma coisa a gente faz testes, e testes e testes até chegar em algo que é aceito cientificamente.

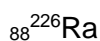
Após a discussão realizada por P02 estabelecendo os parâmetros que diferenciam a ciência da filosofia, observemos que A11 e A02 destacam também a matemática comparando-a com a ciência na busca de compreender melhor o que caracteriza as formas de conhecimento e como elas se aproximam ou se distanciam da própria ciência. As alunas apresentam argumentos complexos, e não há como considerar essas concepções como ingênuas, pois através de comparativos com outros conhecimento elas buscam entender o cerne da ciência, essa discussão por si só evidencia uma avanço, pois leva o aluno a refletir sobre a produção do conhecimento, enveredando por discussões filosóficas.

A elaboração conceitual da descoberta proposta por P01 promove uma discussão mais ampla sobre a Natureza da Ciência, pois os alunos trazem discussões filosóficas, onde a ciência é confrontada com outros campos de conhecimento assim é possível estabelecer o que caracteriza a ciência, como seus limites e objetivos.

5.4.2 Questionário sobre radioatividade

Após a explicação da professora sobre os fenômenos radioativos os alunos receberam um questionário contendo duas questões apresentadas abaixo:

1. O elemento netúncio (${}_{93}^{237}\text{Np}$), após a emissão de sete partículas alfa e quatro partículas beta, transforma-se em qual elemento químico?



2. (FMTM-2003) No início da década de 1990, um cadáver de homem pré-histórico foi encontrado numa geleira próxima à fronteira entre Itália e Áustria, apresentando um espantoso estado de conservação. Para levantar o tempo, em anos, da sua morte, os cientistas usaram o método da datação pelo carbono 14, resultando em uma taxa de carbono 14 igual a 50% da taxa normal. O tempo levantado pelos cientistas, em anos, foi de, aproximadamente? Dado: meia-vida do carbono 14 = $5,73 \times 10^3$ anos.

Na questão 01 os alunos precisaram utilizar seus conhecimentos sobre emissão alfa (α) e beta (β). Nesse questionário houve a participação de 23 alunos. Dos 23 alunos presentes 21 apresentaram a resposta correta e 02 alunos não responderam.

Na questão 02 os alunos precisaram utilizar seus conhecimentos sobre o tempo de meia-vida, dos 23 participantes, 22 apresentaram a resposta correta e 01 não respondeu. Tais dados mostram que as intervenções realizadas assim como a maneira que o conceito foi abordado proporcionou uma boa compreensão sobre os próprios conceitos científicos.

5.5- Quinto Encontro

O quinto encontro é caracterizado pelo desenvolvimento das aulas 07 e 08 da Sequência de Ensino-Aprendizagem. Esse encontro teve a duração aproximada de 1 hora e meia, cujo objetivo é promover uma exposição interativa sobre a aplicação da radioatividade na medicina partindo de uma discussão sobre o acidente radioativo que ocorreu em Goiânia-Goiás com o isótopo do Césio 137, ressaltando-se as características da ciência que puderam ser destacadas nesse contexto.

Os dados apresentados abaixo são oriundos de duas formas de coleta: as gravações em vídeo e os questionários (pós-texto e avaliativo). O questionário pós-texto compôs-se de 02 questões relacionadas à interpretação do texto sobre o acidente radioativo com o Césio 137, intitulado “Perigos do descarte incorreto de lixo radioativo hospitalar”. O outro questionário, de caráter avaliativo, compôs-se de 03 questões as quais se relacionavam à ciência e aos cientistas.

Selecionamos para discussão, as questões 01 do questionário pós-texto e as questões 01, 02 e 03 do questionário avaliativo, as quais foram submetidas à análise. Os dados provenientes destas questões foram transcritos gerando categorias similares àquelas originadas da análise das interações, evidenciando relações e concordância entre a fala e a escrita dos alunos.

Este encontro foi iniciado com a retomada do conceito de radioatividade abordado no encontro e sua contribuição para medicina, com o intuito de manter relação entres os encontros. Em seguida, os alunos realizam a leitura do texto. Tal texto explora como ocorreu o acidente radioativo com o Césio 137. Após a leitura, a professora conduziu uma discussão sobre o texto explicando e retomando algumas características do material radioativo e citando exemplos dos danos causados pela manipulação incorreta desse tipo de material, mas procurando sempre dar voz aos alunos para que expressassem suas opiniões e dúvidas. Após as discussões, os alunos receberam dois questionários, um (pós-texto) contendo 02 questões referentes ao texto e o outro (avaliativo) contendo 03 questões referentes a característica da ciência e a relação dos cientistas e suas descobertas.

5.5.1 Análise das gravações em vídeo do quinto encontro

A análise das gravações em vídeo nos possibilitou de acordo com a ATD a classificação de categorias relacionadas à características da Natureza da Ciência, a quais podem ser observadas de acordo com as discussões, onde podemos perceber os avanços na concepção dos alunos. As categoria elaboradas para tal concepção foram: *Conhecimento científico proporciona a prevenção de acidentes, Comprovação empírica, Construção coletiva, Validação científica, Ciência produtora de desenvolvimento tecnológico, A ciência não controla tudo.*

Discussão do texto: “Perigos do descarte incorreto de lixo radioativo hospitalar”.

Após a leitura do texto os alunos foram instigados pela professora a expor suas opiniões sobre o mesmo. Tais ideias estão representadas no quadro abaixo:

Quadro 18: Transcrição do Episódio 04 (Encontro 05)

Turno de fala	Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre o acidente radioativo ocorrido em Goiânia-Go com o isótopo Césio 137.
01	A11: O que vocês acharam desse acidente?
02	A05: Que muitas pessoas morreram.
03	A11: Ah nossa! Pra mim a pior coisa foi as pessoas não terem conhecimento sobre tal. Vai A01, fala alguma coisa!
04	A01: Vou deixar vocês falarem, eu sempre falo muito.
05	A11: Fale, que nós vamos colocando nossos pensamentos.
06	A01: Então eu acho, na minha opinião que a culpa não foi da população, a culpa foi do hospital que não jogou o bagulho certo né. Porque tipo, ninguém tem a obrigação de saber o que é radioatividade. A culpa foi de quem mexia com a parada e que não teve responsabilidade para descartar.
07	A11: E sabia o risco.
08	P01: O que foi que vocês entenderam do texto?
09	A12: Que o cara encontrou o pó no lixo que chamava atenção e começou a se propagar pela luminosidade que ele provocava. E por não conhecer acabou gerando o acidente.
10	A04: E se uma pessoa não tivesse sido esperta como a mulher dele e não tivesse tomado a iniciativa de levar até a vigilância sanitária o estrago teria sido maior.
11	P01: Galera aí do fundo, qual foi a ideia de vocês sobre o texto?
12	A11: Bom, é... Então, acho que todos aqui chegamos à conclusão de que foi culpa do hospital em ter colocado, exposto a população a tal risco, porque ninguém aqui de certa forma tem a obrigação de saber, mas eles que estão mexendo com o material sim. Precisam saber e eles tem noção que ali é radioatividade, pelo amor de Deus gente.

O texto abordava o acidente radioativo que ocorreu em Goiânia com o isótopo Césio 137. Ao serem indagados sobre sua opinião acerca do texto os alunos apresentaram diferentes alguns pontos relacionados à: Importância do conhecimento científico, e ao Descarte incorreto do material radioativo.

A aluna A11, no turno 03, fala sobre a importância do conhecimento científico, em que diz o seguinte: “Ah nossa! Pra mim a pior coisa foi as pessoas não terem conhecimento sobre tal. Vai A01 fala alguma coisa!” Tal afirmativa nos sugere pensar sobre como a aluna pode perceber como o conhecimento científico chega a influenciar mais diretamente na vida e atitude das pessoas, em determinadas situações.

No turno 09, a aluna A12 também faz uma afirmação similar: “Que o cara encontrou o pó no lixo que chamava atenção e começou a se propagar pela luminosidade que ele provocava. E por não conhecer acabou gerando o acidente.” Tais alunas ressaltam que a falta de conhecimento sobre o material pode ter provocado o acidente. Assim, expressam a importância de as pessoas estarem bem informadas sobre conhecimento científico. Por outro lado, não perceber que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia proporcionou a construção do aparelho de radioterapia, é uma visão simplista de ciência.

O outro ponto apresentado pelos alunos está relacionado ao descarte incorreto do material radioativo, como podemos observar na fala do aluno A01, no turno 06:

A01: Então eu acho, na minha opinião que a culpa não foi da população, a culpa foi do hospital que não jogou o bagulho certo né. Porque tipo, ninguém tem a obrigação de saber o que é radioatividade. A culpa foi de quem mexia com a parada e que não teve responsabilidade para descartar.

A fala de A01 aparece como resposta às falas dos anteriores. A01 aborda um aspecto que não foi considerado anteriormente pelos colegas, assim, apresentando coerência na percepção de que há uma forma correta de se fazer o descarte do lixo. Nesse sentido o hospital deve ser responsável pelo descarte adequado; todavia o conhecimento da população é importante para lidar com diversas situações que podem ocorrer no dia-a-dia.

A aluna A11 no turno 12 apresenta uma afirmativa compartilhando da ideia exposta pelo A01.

A11: Bom, é... Então, acho que todos aqui chegamos à conclusão de que foi culpa do hospital em ter colocado, exposto a população a tal risco, porque ninguém aqui de certa forma tem a obrigação de saber, mas eles que estão mexendo com o material, sim. Precisam saber e eles tem noção que ali é radioatividade, pelo amor de Deus gente.

Tal afirmativa considera o hospital como culpado pelo acidente por realizar o descarte incorreto do aparelho hospitalar. Tal atitude provocou a exposição da população ao risco, e acabou gerando um acidente de danos irreparáveis.

A leitura do texto possibilitou aos alunos uma melhor compreensão sobre o próprio acidente ocorrido com o Césio 137, como também promoveu uma reflexão acerca da importância do conhecimento científico, bem como uma análise crítica sobre o descarte incorreto do lixo e os malefícios que pode causar.

Ciência e outras formas de conhecimento

Durante a aula a professora usa questionamentos para compreender algumas relações que os alunos fazem entre ciência e outras formas de conhecimento, considerando uma das questões que compõem o questionário avaliativo. As ideias apresentadas pelos alunos foram transcritas originando o Quadro 19.

Quadro 19: Transcrição do Episódio 05 (Encontro 05)

Turno de fala	Episódio 05: Ciência e outras formas de conhecimento
01	P01: Gente, vamos lá! O que pra vocês torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?
02	A15: Eu juntei aquilo que a senhora disse, você, senhora fica estranho (risos). Você falou logo no comecinho que ela gosta sempre de estar sempre renovando o que ela conhece.

03	A04: Eu coloquei basicamente isso, como ela é estudada e comprovada através de experimentos.
04	A06: Eu botei a ciência estuda para comprovar algo e ela a ciência serve pra confirmar as verdades.
05	P01: Hum! A questão da validação científica. O que mais?
06	A01: Eu acho que a ciência só pode ser feita em conjunto, não pode ser feita sozinho, acho que o tipo de conhecimento não consegue evoluir sem uma fundamentação. Então, não dá para uma pessoa chegar e seguir um estudo e dizer que é ciência, sempre que começar um estudo deve seguir uma metodologia fundamentada no estudo de outros cientistas.
07	P01: O que mais gente. Vocês? Pra vocês o que torna a ciência diferente de outras formas do conhecimento?
08	A03: A ciência não é feita de achismos ela tem que provar.
09	P01: Gente, o que vocês ressaltaram sobre o que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento está relacionada a validação científica, a preocupação que a ciência tem de comprovar, de confirmar o que ela diz. Diferentemente de outras formas de conhecimento; e outra coisa que vocês ressaltaram, no caso de A01, é a questão da comunidade, pois a ciência não é algo que se faz sozinho, é necessário que se tenha um grupo de pessoas as quais tenham todo um arcabouço teórico um estudo e que a ciência não é feita por acaso. Ressaltando também o que a colega falou não é achismo, não é eu acho que isso faz, mas mostra como faz, o que faz e valida isso. Então, tem todo um percurso pra se fazer ciência, você não faz isso de qualquer forma.

Ao serem questionados quanto o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento os alunos destacaram alguns pontos, são eles: Ciência em busca da renovação, Comprovação empírica, Verdades científicas e Construção conjunta.

No turno 02 a aluna A15 apresenta a seguinte afirmação “(...) Você falou logo no começo, que ela gosta sempre de estar sempre renovando o que ela conhece.” Tal afirmação apresenta uma ideia de ciência mobilizada por questionamentos, logo não há uma verdade final inquestionável. No desenvolvimento científico todo conhecimento pode ser questionado visando um processo evolutivo do próprio conhecimento. Isso diferencia a ciência por exemplo dos saberes como, por exemplo, populares e religiosos. O conhecimento científico está sendo sempre colocado à prova, pode ser questionado a qualquer momento por qualquer grupo de cientistas. O que A15 expressa é fruto das discussões fomentadas e informações trazidas pela professora é uma evidência da evolução conceitual acerca da Natureza da Ciência.

No turno 03 a aluna A04 destaca “Eu coloquei basicamente isso, como ela é estudada e comprovada através de experimentos.” Tal colocação relaciona a ideia de comprovação empírica para validar a ciência. A empiria é uma visão amplamente presente na concepção dos alunos sobre ciência, assim como a necessidade de comprovar o que está sendo proposto pela própria ciência, e isso segundo os alunos é o que a difere de outras formas de conhecimento que não tem o objetivo de comprovar o que está sendo dito.

Todavia apesar de compreender que a utilização da experimentação possa fazer parte de uma das características do fazer científico, notamos que o processo reflexivo que transcende o experimento muitas vezes não é considerado pelo aluno. Assim, compreendemos que a ciência está mais relacionada a construção intelectual que a própria experimentação. Mas, vale ressaltar também que o episódio de descoberta da radioatividade pode estar reforçando essa ideia empírica de ciência, onde um mesmo fenômeno, mesmos resultados experimentais proporcionam diferentes perspectivas analíticas.

Outra ideia apresentada pelos alunos está relacionada a verdades científicas. O aluno A06 no turno 04 afirma que “(...) a ciência estuda para comprovar algo e ela, a ciência, serve pra confirmar as verdades.” A aluna A03, por sua vez, no turno 08 declara: “A ciência não é feita de achismos, ela tem que provar.” Observamos nestas falas, a presença forte da ideia de “verdade” e o ato de “provar” relacionado ao fazer científico. Tais ideias também foram discutidas no Encontro 02, a ideia de verdade é muito presente nas concepções dos alunos. Consideramos que a ciência trabalha com validação o que resulta em “verdades”.

Todavia, são verdades que caracterizam um determinado momento histórico, não sendo finais nem absolutas, a ciência se faz de constantes mudanças dessas verdades. Outro aspecto a se considerar é relativo aos critérios de validação que são estabelecidos pela comunidade científica e não pelos experimentos. Deste modo, percebe-se que o aluno compreender que a ciência trabalha com a validação, mas precisa aprofundar nessa concepção com o intuito de superar um viés empirista. O caminho rumo a uma visão mais adequada acerca da NdC é um processo gradativo.

No turno 06 o aluno A01 afirma que:

A01: Eu acho que a ciência só pode ser feita em conjunto, não pode ser feita sozinho, acho que o tipo de conhecimento não consegue evoluir sem uma fundamentação. Então, não dá para uma pessoa chegar e seguir um estudo e dizer que é ciência, sempre que começar um estudo deve seguir uma metodologia fundamentada no estudo de outros cientistas.

Este aluno destaca a importância da construção conjunta da ciência, levando em consideração a presença da comunidade científica, levando em consideração as reflexões realizadas neste processo, quando ele afirma que os cientistas fundamentam-se em conhecimentos gerados por cientistas anteriores. Assim mostra que a ciência não é construída alheia a outros conhecimentos, mostrando também a importância da

fundamentação e reflexão. A ideia dos alunos avançam, reafirmando aspectos já verificados no Encontro 04.

Concepção sobre ciência e suas relações

O quadro abaixo apresenta um trecho da discussão realizada sobre as relações entre ciência e bem-estar social.

Quadro 20: Transcrição do Episódio 06 (Encontro 05).

Turno de fala	Episódio 06: Concepção sobre ciência e suas relações
01	P01: Na segunda questão tem assim: A ciência torna a vida das pessoas melhor?
02	Alunos: Sim.
03	P01: Por que?
04	A04: Pois é através dela que são descoberta várias formas de curar doenças.
05	P01: Curar doenças. O que mais?
06	A01: E diversas tecnologias.
07	A03: O desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento do ser humano.
08	A02: A ciência estuda alguns pontos que são desconhecidos pela maioria da população e se as pessoas soubessem um pouco mais desses pontos isso tornaria a vida das pessoas melhor. É o caso que ocorreu com o acidente com o Césio 137, se todo mundo tivesse uma base, uma base mínima sobre o que era aquela substância, não teria acontecido tantas coisas como aconteceu. Então é isso, a ciência no caso torna a vida das pessoas melhor porque ela pode impedir muitas mortes quando a descoberta já foi estudada.
09	P01: O que mais gente, vocês acreditam que a ciência torna a vida das pessoas melhor?
10	Alunos: Sim!
11	P01: Vocês querem ressaltar mais alguma coisa?
12	Alunos: Não!
13	P01: Então, foi muito importante a colocação de vocês em relação à saúde, o desenvolvimento humano, o desenvolvimento tecnológico, e esse desenvolvimento tecnológico voltado a melhoria da educação, voltado a melhoria da saúde. A ciência como vocês viram e a tecnologia estão intimamente entrelaçadas, e a ciência e tecnologia atua para uma sociedade. Então não tem como se pensar ciência fora de uma sociedade.

Ao serem indagados sobre se a ciência torna a vida das pessoas melhor, os alunos responderam por unanimidade que sim. Analisando as justificativas para tais respostas, pudemos observar 03 ideias apresentadas: Curar doenças, Desenvolvimento tecnológico e Prevenção de acidentes.

De acordo com a afirmativa da aluna A04 no turno 04 a ciência torna a vida das pessoas melhor, porque ela atua na busca de cura para as doenças “Pois é através dela que são descoberta várias formas de curar doenças.” A relação entre a ciência e a medicina está muito presente na fala dos alunos, a própria SEA pode ter contribuído para esta ideia, pois a abordagem dada a essa sequência mostra claramente como a ciência atua e atou na medicina.

O desenvolvimento tecnológico como um benefício da ciência em prol de tornar a vida das pessoas melhor é ressaltado pelos alunos A01 e A03, nos turnos 06 e 07 respectivamente: “E diversas tecnologias.” e “O desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento do ser humano.” A aluna A03 ressaltava ainda que, além de promover o desenvolvimento tecnológico, a ciência propicia o desenvolvimento humano. Tais concepções podem ser justificadas pelas discussões que ocorreram durante o desenvolvimento desta SEA, na qual os alunos puderam perceber as conexões entre a ciência, a tecnológica, como também a sociedade.

A aluna A02 destaca no turno 08:

A02: A ciência estuda alguns pontos que são desconhecidos pela maioria da população e se as pessoas soubessem um pouco mais desses pontos isso tornaria a vida das pessoas melhor. É o caso que ocorreu com o acidente com o Césio 137, se todo mundo tivesse uma base, uma base mínima sobre o que era aquela substância, não teria acontecido tantas coisas como aconteceu. Então é isso, a ciência no caso torna a vida das pessoas melhor porque ela pode impedir muitas mortes quando a descoberta já foi estudada.

A ideia apresentada por A02 mostra que o conhecimento científico pode ajudar na prevenção de acidentes e relaciona essa ideia ao acidente radioativo ocorrido com o Césio 137, no qual por ausência de conhecimento o trabalhador de um ferro-velho manipulou material radioativo, causando acidente. Segundo a concepção de A02 tal acidente poderia ser evitado, se as pessoas tivessem conhecimentos básicos sobre substâncias radioativas. A02 apresenta em seu discurso uma forte percepção salvacionista de ciência, desconsiderando que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia possibilitaram a construção do equipamento hospitalar que continha o material radioativo. A dimensão da relação da ciência com a sociedade aparece de maneira muito simplista na fala de A02.

Cientistas e suas descobertas

O quadro abaixo apresenta a discussão sobre a relação do cientistas e suas descobertas, assim com o controle do desenvolvimento tecnológico.

Quadro 21: Transcrição do Episódio 07 (Encontro 05)

Turno de fala	Episódio 07: Cientistas e suas descobertas
01	P01: E vocês acreditam que os cientistas eles devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas?
02	Alunos: Não!
03	P01: E quem pode controlar o desenvolvimento tecnológico e seu uso?

04	A02: Ninguém!
05	P01: Vocês acham que pode ser controlado?
06	A01: Quem pode controlar a evolução tecnológica é a ciência, porque a ciência produz a tecnologia. Agora, quem pode controlar o uso da tecnologia que a ciência produz é a própria sociedade, é tanto que por exemplo, a radioatividade é uma tecnologia que foi desenvolvida pela ciência, só que ela tem vários usos são controlados pela sociedade. Então a radioatividade pode ser usada em forma de geração de energia ou pode ser usada como arma pra guerra. Então, quem controla o uso é a sociedade e quem controla o desenvolvimento da tecnologia é a própria ciência.
07	P01: Em relação ao cientista você acha que ele deve ser responsabilizado?
08	A05: Sim e não, porque... Sim porque se uma pessoa pesquisa algo, ela tem que ir até o fundo pra mostrar quais são os impactos negativos e positivos, e tornar isso público pra que a sociedade não cometa erros como teve em Goiânia. E não porque depois da publicação dos aspectos positivos e negativos que se torna responsável pelo uso não é o cientista e sim a sociedade porque ela tem o conhecimento do que é certo e do que é errado e mesmo assim e procura o caminho de acontecer imprevistos, problemas.
09	A02: Eu acho que os cientistas não devem ser responsabilizados, porque não é um são vários onde um complemento o outro mesmo não utilizando o mesmo método para explicar o fenômeno, até porque a gente nunca sabe até onde vai esse fenômeno. A durabilidade de uma substância pode ser de muitos e muitos anos e nosso tempo de vida pode nada em relação ao da substância. Ela tá certa quando ela diz que o que eles descobrirem eles tem que tornar público para que as pessoas pra as pessoas saberem o que deve causar e quais a consequência, enfim. Mas acho que não é culpa deles porque eles não podem ir tão a fundo quanto desejariam.
10	A01: Eu acho que as vezes quando as descobertas causaram danos pra sociedade de alguma forma, todas as vezes eu acredito que não foi intencional, eu acho que essas vezes que teve os danos foi porque não houve a tecnologia atual para aquela descoberta que foi feita não dava a margem pra que eles conseguissem saber tudo naquele momento sobre aquela coisa. Se uma coisa é nova que acabaram de descobrir não tem como saber de uma hora para outra todos os benefícios e todos os malefícios, só com o tempo é que vai descobrindo se faz mal, pra que serve.
11	P01: só complementando o que você está falando, é assim, a ciência não chegou no seu limite nós sabemos algumas coisas sobre radioatividade, mas pode ser que daqui a alguns anos novas coisas sejam descobertas a esse tipo de material (...).

O questionamento realizado pela professora P01 no turno 01 “E vocês acreditam que os cientistas, eles devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas?”, dividiu opiniões. Tal questionamento requer certo grau de criticidade e de decisão quando pensamos nessa relação cientista e descoberta. Isso porque envolve uma percepção bem elaborada das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Portanto dividiremos a discussão em duas partes referentes, respectivamente, a dos que acreditam que os cientistas devam ser responsabilizados apresentando suas justificativas e dos que acreditam que os cientistas não devam ser responsabilizados.

No turno 08 a A05 apresenta o seguinte posicionamento:

A05: Sim e não, porque... Sim porque se uma pessoa pesquisa algo, ela tem que ir até o fundo pra mostrar quais são os impactos negativos e positivos, e tornar isso público pra que a sociedade não cometa erros como teve em Goiânia. E não porque depois da publicação dos aspectos positivos e negativos que se torna responsável pelo uso não é o cientista e sim a

sociedade porque ela tem o conhecimento do que é certo e do que é errado e mesmo assim procura o caminho de acontecer imprevistos, problemas.

A aluna A05 considera em sua fala que os cientistas devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas, pois ela acredita que se um cientista realiza tal feito deve aprofundar seus estudos em busca dos aspectos positivos e negativos do fenômeno estudado. Acrescenta, ainda que o cientista deve tornar seus estudos públicos para evitar acidentes como o ocorrido em Goiânia com o Césio 137.

Em um segundo momento de sua fala a A05 afirma que se um cientista apresentar os aspectos positivos e negativos de sua descoberta, ele não deve ser responsável pelos danos. Nesse caso o responsável seria a própria sociedade, pois já teria o conhecimento e caberia a ela a manipulação do mesmo. Acreditamos que o exemplo utilizado pela aluna sobre o Césio 137 deveria enquadrar-se melhor nessa afirmativa, já que o hospital do qual o aparelho de radioterapia fazia parte, conhecia as propriedades do material e imprudentemente o descartou inadequadamente.

Outro ponto de vista apresentado pelos alunos está relacionado a isenção da culpa dos cientistas sobre os danos de suas descobertas como podemos observar na fala de A02 no turno 09.

A02: Eu acho que os cientistas não devem ser responsabilizados, porque não é um, são vários, onde um complementa o outro mesmo não utilizando o mesmo método para explicar o fenômeno, até porque a gente nunca sabe até onde vai esse fenômeno. A durabilidade de uma substância pode ser de muitos e muitos anos e nosso tempo de vida pode nada em relação ao da substância. Ela tá certa quando ela diz que o que eles descobrirem eles tem que tornar público para que as pessoas pra as pessoas saberem o que deve causar e quais a consequência, enfim. Mas acho que não é culpa deles porque eles não podem ir tão a fundo quanto desejariam.

A aluna A02 opõe-se à ideia de A05, pois acredita que as descobertas são fruto de uma construção coletiva e que os conceitos sobre um determinado fenômeno tende a sofrer modificações, a aluna ressalta a importância de tornar o conhecimento público, para que a sociedade possa ter acesso a informação. Assim, essa fala expressa um avanço conceitual em relação a Natureza da Ciência, pois a aluna explica que o cientista não tem controle sobre tudo. A própria ciência não tem controle sobre todas as coisas, essa concepção indica um avanço na ruptura da percepção salvacionista de ciência.

O Aluno A01 complementa a afirmativa de A02 como apresentado no turno 10:

A01: Eu acho que as vezes quando as descobertas causaram danos pra sociedade de alguma forma, todas as vezes eu acredito que não foi intencional, eu acho que essas vezes que teve os danos foi porque não houve a tecnologia atual para aquela descoberta que foi feita não dava a margem pra que eles conseguissem saber tudo naquele momento sobre aquela coisa. Se uma coisa é nova que acabaram de descobrir não tem como saber de uma hora para outra todos os benefícios e todos os malefícios, só com o tempo é que vai descobrindo se faz mal, pra que serve.

É perceptível que o aluno A01, como outros, não percebe a relação dialética entre sociedade, ciência e tecnologia. Os cientistas não geram conhecimento e tecnologia tão livres de demandas sociais. Consideramos lógico o argumento dele, mas com a lacuna nessa percepção. Há conhecimentos de base, como a ideia de radioatividade, dentre outros, mas há outros que correspondem a uma ciência aplicada em que se insere melhor essa relação entre ciência e tecnologia. Nesse sentido há uma interferência social na produção científica. Em suas falas os alunos parecem não perceber essas relações de modo que os cientistas estão alheios a demanda social e econômica. Mostrando uma lacuna em relação a uma percepção CTS, todavia vale destacar que tal abordagem não foi explorada na SEA, pois esse não era o objetivo almejado.

Quanto a indagação realizada pela professora no turno 03 relacionada a quem pode controlar o avanço tecnológico e seu uso, o A01 afirmou no turno 04.

A01: Quem pode controlar a evolução tecnológica é a ciência, porque a ciência produz a tecnologia. Agora, quem pode controlar o uso da tecnologia que a ciência produz é a própria sociedade, é tanto que por exemplo, a radioatividade é uma tecnologia que foi desenvolvida pela ciência, só que ela tem vários usos são controlados pela sociedade. Então a radioatividade pode ser usada em forma de geração de energia ou pode ser usada como arma pra guerra. Então, quem controla o uso é a sociedade e quem controla o desenvolvimento da tecnologia é a própria ciência.

O A01 afirma que a evolução tecnológica pode ser controlada pela ciência, pois esta é a produtora da tecnologia, todavia o uso da tecnologia pode ser controlada pela própria sociedade, pois é ela quem define como essa tecnologia pode ser utilizada.

Acreditamos que o desenvolvimento e o uso da ciência e da própria tecnologia permeia diversas esferas da sociedade, pois tal sofre também influência política e

econômica. Assim, não há como falar de ciência sem considerar fatores extra-científicos os quais são cruciais no desenvolvimento da mesma.

5.5.2 Questionário Pós-Texto: “Perigos do descarte incorreto de lixo hospitalar radioativo”

Após a leitura e discussão do texto os alunos receberam um questionário contendo duas questões, das quais selecionamos a questão 01 para análise: “Por muito tempo, a radioatividade foi vista como vilã, devido ao grande poder de devastação causada pelas reações nucleares, mas sabemos das diversas aplicações para medicina. Qual sua opinião sobre a radioatividade?” esta questão teve como objetivo identificar as concepções dos alunos sobre a radioatividade, levando em consideração as discussões desenvolvidas ao longo da SEA. As respostas foram transcritas e analisadas utilizando a ATD. Assim, foram geradas quatro categorias expostas na tabela abaixo.

Tabela 16: Categorias da Questão 01: “Por muito tempo a radioatividade foi vista como vilã, devido ao grande poder de devastação causada pelas reações nucleares, mas sabemos das diversas aplicações para medicina. Qual sua opinião sobre a radioatividade?”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de significado	Frequência
Manipulação/ Uso	Benefícios e malefícios de acordo com a manipulação e uso de materiais radioativos.	“É necessário o entendimento para manipular o material radioativo, já que o material pode trazer benefícios a humanidade, porém se for mal utilizado pode trazer danos físicos ou até a morte.” “Eu acho que tem pontos positivos na radioatividade e se não é utilizado direito pode causar vários danos.”	14 alunos
Radioatividade e medicina	Relação da radioatividade com a medicina.	“Em relação a medicina a radioatividade é importante, pois dependendo do estágio da doença, exemplo o câncer, certa dosagem pode curar.” “A radioatividade em questão da medicina serve para ajudar pessoas, é muito boa e importante para salvar vidas. Só que olhando para um lado de que você não ter cuidado e não se importar, pode causar mortes e contaminação em uma área inteira.”	10 alunos
Características da radioatividade	Algumas características da radioatividade	“A radioatividade é um tipo de radiação ionizante, apesar dos altos danos, como as reações no núcleo.”	01 aluno
Não respondeu	Unidades que não apresenta resposta	-	03 alunos

Nesta questão buscou-se compreender a concepção dos alunos sobre a radioatividade. Através das respostas puderam ser elaboradas quatro categorias. Destacamos que o mesmo aluno pode apresentar em sua fala mais de uma unidade de

significado, logo este aluno pode fazer parte de duas ou mais categorias distintas. As categoria construídas são: *Manipulação/ Uso, Radioatividade e medicina, Características da radioatividade e Respostas confusas/ Não respondeu.*

Na categoria *Manipulação/Uso* observamos que os alunos consideram que é necessário conhecimento ao manipular ou utilizar materiais radioativos, e acreditam que caso tal material seja manipulado de maneira incorreta pode acarretar danos; todavia, os materiais radioativos podem trazer benefícios desde que haja responsabilidade em sua manipulação. A ideia apresentada pelo aluno mostra que vivemos em um mundo impregnado de ciência e tecnologia, o que justifica a necessidade do ensino de ciências, essa pode caracterizar-se como uma contribuição da SEA.

A categoria *Radioatividade e Medicina* é caracterizada pela relação presente na fala dos alunos quanto as contribuições da descoberta da radioatividade para a medicina, tal ideia pode ser justificada pela abordagem utilizada nesta SEA, onde foi apresentada e discutida essa relação.

A categoria *Características da radioatividade* relaciona-se, como o próprio nome sugere, a características da radioatividade, como por exemplo, ser uma radiação ionizante que pode causar danos; no caso da radioatividade, as reações ocorrem no núcleo atômico. A última categoria é caracterizada pelas *Respostas confusas/Não respondeu*. O conceito de radioatividade requer um certo grau de abstração para sua compreensão. A formulação de uma ideia sobre fenômenos como esse é complexa e gradativa, o que pode justificar a confusão dos alunos em organizar suas ideias para apresentar suas respostas.

5.5.3 Questionário Avaliativo.

Após a resolução do questionário pós-texto o alunos receberam um questionário avaliativo contendo três questões, tais questões foram respondidas pelos alunos e debatidas entre os mesmos e junto a professora, o material escrito foi transcrito e analisado gerando categorias de acordo com as questões.

Na questão 01 “O que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?”, o objetivo dessa questão apresenta-se em perceber se os alunos conseguem estabelecer critérios que caracterizem a ciência de maneira a diferenciá-la de outras formas de conhecimento. A partir da análise das respostas dos alunos, pudemos agrupar as unidades de significados em quatro categorias distintas, descritas na tabela abaixo.

Tabela 17: Categorias da Questão 01: “O que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de significado	Frequência
Validação	Características de validação científica.	“A ciência é a forma de conhecimento que sai do empírico e achismo para testes até chegar na verdade.” “A ciência se estuda para confirmar algo e essa ciência é confirmada se é mito ou verdade. (Validação científica).”	11 alunos
Método científico	Ciência possibilitada pelo utilização do método científico.	“O modo como ela é dirigida com o método científico, querer comprovar descobertas, e de modo coletivo, uma comunidade.” “Por possuir um método científico.”	03 alunos
Bem-estar social	Ciência a favor do bem estar social e melhoria de vida	“O benefício que traz a humanidade nos quesitos de qualidade de vida, e sua exatidão.” “Que a ciência está sempre voltada para o bem-estar das pessoas, e tenta explicar os fenômenos que são desconhecidos pela maioria da população tentando sempre procurar o benefício.”	02 alunos
Não respondeu/ Respostas confusas	Respostas confusas ou não respondidas.	“Ciência já é uma forma de conhecimento que nos ajuda a ter uma experiência mais idealista.”	08 alunos

Ao serem questionados quanto ao que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento três pontos foram destacados pelos alunos, os quais pudemos organizar gerando categorias.

A categoria *Características da ciência*, é caracterizada pelas unidade de significado que apresentam algumas características inerentes a ciência, uma das características destacadas pelos alunos é a preocupação que a ciência apresenta quanto a validação do conhecimento. Outro termo que nos chama atenção está relacionado com a busca por verdades, o conhecimento científico é visto pelos alunos como verdadeiro. A ideia de ciência como verdade, está distante de uma concepção adequada sobre a Natureza da Ciência, todavia essa concepção ainda é muito propagada e defendida, mostrando pontos de estagnação nessa característica para definir a ciência.

A categoria *Método científico* é caracterizada pelas unidades de significado que abordam esse termo, a ideia de método científico é amplamente divulgada em livros didáticos e nas próprias aulas de ciências, portanto romper com essa concepção não é tarefa simples, todavia ao longo da SEA buscou-se trabalhar essa ideia de método científico, lançando um novo olhar sobre esse método, afirmando que o mesmo não é único.

A categoria *Bem-estar social* é caracterizada pelas unidades de significado que consideram a ciência como voltada para o bem-estar social em função da melhoria da vida das pessoas, buscando sempre benefícios. Não última categoria Não respondeu/Respostas confusas são contemplados os alunos que não apresentaram resposta para a questão ou não expressaram de forma clara suas ideias.

Na questão 02 “A ciência torna a vida das pessoas melhor?” teve por objetivo identificar a concepção de ciências e sua relação com a sociedade.

Tabela 18: Categorias da Questão 02: “A ciência torna a vida das pessoas melhor?”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de significado	Frequência
Promove o desenvolvimento tecnológico	Ciência como promotora do desenvolvimento tecnológico.	“Claro, pois por ela que temos tantos desenvolvimento tecnológico e descobertas extremamente maravilhosas que permitiu muitas melhorias nas nossas vidas.” “Sim. A ciência desenvolve tecnologia que serve, para facilitar a vida das pessoas. Exemplos de tecnologias oriundas das ciências são: a medicina, a eletricidade.”	03 alunos
Trata e previne doenças	Ciência como promotora do bem estar social, pois está voltada ao tratamento e cura de doenças.	“Sim. Porque descobre tratamentos para doenças, previne certas doenças e explica certos fenômenos da natureza.” “Sim, pois através dela são descobertas várias formas de melhorar e curar doenças.”	02 alunos
Gera conhecimento	Ciência construtora de conhecimento e promotora de desenvolvimento.	“Sim, a sociedade se desenvolve apenas com o ciência conhecimento científico. Seja ele matemática, geográfico ou filósofo.” “Sim, pois ela traz conhecimento para gente e assim podemos viver melhor.”	09 alunos
Não respondeu	Não apresentaram resposta para esta questão.	-	07 alunos

Através da análise dos dados pudemos organizar a ideias dos alunos gerando quatro categorias que são: *Promove o desenvolvimento tecnológico*, *Trata e previne doenças*, *Gera conhecimento*, *Não respondeu*.

A categoria *Promove o desenvolvimento tecnológico* é caracterizada pelas unidades de significado que expressam a ideia de ciência vinculada a tecnologia. A ideia apresentada pelos alunos é que a ciência é a responsável pelo desenvolvimento tecnológico e consecutivamente pela melhoria de vida, trancando-se de uma visão simplista.

Na categoria *Trata e previne doenças*, os alunos correlacionam a ciência a medicina como pode ser observada também nas discussões nesse encontro. Na categoria *Gera conhecimento*, o conhecimento advindo do desenvolvimento da ciência segundo os alunos também atua na perspectiva de uma melhoria de vida. A categoria *Não respondeu* é representada pelos alunos que não apresentaram resposta para esta questão.

Na questão 03 “Os cientistas devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas? Quem pode controlar a evolução tecnológica e seu uso?” os alunos foram questionado sobre a relação dos cientistas e suas descobertas, dos 24 alunos presente no encontro 04 afirmaram que sim, 09 afirmaram que não, 03 afirmaram que somente em algumas situações e 08 não responderam a essa questão.

As justificativas das opções se assemelham aos dados das interações discutidas anteriormente. Apenas um aluno justificou a escolha pelo sim ao considerar que o cientista deve ser considerado responsável pelos danos de sua descoberta afirmando que sempre que uma descoberta é realizada o cientistas deve apontar quais os benefícios e malefícios para a mesma, como visto na fala abaixo:

Sim e não, pois quando alguém descobre algo, ela tem que estudar os impactos negativos e positivos e tornar algo público para que não ocorra problemas. Em si, o homem com sua capacidade de criar e com a junção dos conhecimentos de pessoas que estudaram, com o estudo de agora, vamos melhorando a evolução.

Os alunos que optaram por não considerar o cientista com responsável pelos danos de sua descoberta, pois acredita que após a descoberta o cientista não tem o controle sobre as evoluções que ocorrem, como visto na fala a seguir:

Não, pois depois da descoberta as coisas não param de evoluir, as circunstâncias mudam, no tempo da divulgação da descoberta pode não haver indícios de algum dano, mas depois pode aparecer. Com o passar do tempo vai surgindo novas ideias, novas perspectivas evoluindo a tecnologia.

Podemos perceber na fala dos alunos a relação que o desenvolvimento científico consecutivamente gera desenvolvimento tecnológico. É importante perceber a relação entre ciência, tecnologia e sociedade onde um interfere e tem influencias um sobre o outro. Não considerar essa relações de modo a perceber que a ciência se desenvolve também por interesses sociais, políticos e econômicos. Se por um lado a ciência e tecnologia se desenvolvem e podem curar doenças e proporcionar uma vida melhor, por outro a questões ambientais, culturais, a ciência usada com empoderamento de algumas classe, que devem

ser considerados. É ingenuidade pensar que a ciência promove tecnologia, que movimenta a economia que consecutivamente gera o bem estar social como descrito por Luján et al., (1996).

5.6- Sexto Encontro

O sexto encontro é caracterizado pelo desenvolvimento da aula 09 da Sequência de Ensino-Aprendizagem. Esse encontro teve a duração de 1hora 50minutos e 46segundos e teve por objetivo promover uma discussão acerca de aspectos sociais e econômicos da vida de Marie Curie e Antoine Becquerel, assim como da influência de tais aspectos no fazer científico. A discussão abordou também as relações entre ciência e outras formas de conhecimento. Tal discussão possibilitou aos alunos um aprofundamento na compreensão do episódio histórico gerando reflexões instigantes na direção de superação de estereótipos que simplificam o complexo processo de construção de teorias na ciência, como também auxiliou na ruptura da concepção masculina de ciência.

Assim, o texto-base, as questões de debate e as interações orientadas pela professora favoreceram o processo de ruptura de ideias estereotipadas da ciência, ressaltando os aspectos extra-científicos, humanizando a ciência e rompendo com a concepção machista da mesma. Para esta discussão, foram selecionados os dados oriundos das gravações em vídeo e das questões 05 e 10 do questionário avaliativo. Tais dados foram analisados e transcritos, gerando as categorias analíticas.

Este encontro foi iniciado com a retomada histórica da descoberta da radioatividade, por meio de uma exposição realizada pela professora, com o intuito de manter conexão com os encontros anteriores. Após isso, os alunos receberam para leitura o texto intitulado “O cientista por trás da descoberta”. Tal texto, apresentou aspectos sociais e econômicos da vida dos cientistas Marie Curie e Antoine Becquerel, assim como a situação política e econômica da França no período da descoberta da radiatividade. Após a leitura, de posse do material entregue pela professora, os participantes puderam dar início às discussões seguindo o questionário que continha 06 questões para debate. Tais questões foram respondidas apenas oralmente. Após o debate, os alunos responderam a um segundo questionário contendo 10 questões relacionadas ao conteúdo trabalhado durante a SEA.

Através das transcrições do episódio 04 deste encontro, se observa que houve muita interação entre os participantes. Para favorecer a compreensão do leitor, apresentaremos a discussão segmentando-a em tópicos, de acordo com as características relativas à Natureza da Ciência que surgiram no decorrer do debate. Destacamos também que, neste encontro houve a participação da professora orientadora dessa pesquisa, representada nas

transcrições como P02 e do professor de filosofia do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe, representado nas transcrições como P03.

5.6.1 Análise das gravações em vídeo do sexto encontro

Através da análise utilizando a ATD das gravações em vídeo, identificamos categorias relacionadas a Natureza da Ciência, as quais apresentam um avanço nas concepções dos alunos. As categorias são apresentadas no texto de acordo com as discussões, sendo elas: *Influência social na ciência, Comunidade científica, Ruptura da visão masculina de ciência, Percepção do cientista como sujeito sócio-histórico, Validação científica, Valorização de diversos tipos de conhecimento.*

Aspectos sociais da vida de Antoine Becquerel e Marie Curie

Após a leitura do texto foi iniciada a discussão. Os dados foram transcritos originando o quadro abaixo.

Quadro 22: Trecho 01 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
01	P01: Gente vamos iniciar o debate, então gostaria de saber quais foram os aspectos da vida de Becquerel que mais chamou a atenção de vocês?
02	A11: O pai dele era físico.
03	A03: O pai dele era físico e o avó dele também.
04	P01: E como era essa relação de Becquerel com a família, com a comunidade?
05	A05: Eu acho que, com a comunidade, até porque o texto fala que ele incentivou o casal a continuar pesquisando sobre o estudo dele da radioatividade.
06	P01: A relação dele com Marie foi justamente de orientação. O que mais vocês teriam para comentar sobre a vida de Becquerel? Hein gente, o que mais?
07	A16: Ele foi membro da academia de ciências.
08	P01: Isso!
09	A14: Becquerel meio que teve um preparo, ele fez várias experiências né. Ele sempre foi fazendo alguma coisa para ir aumentando a experiência dele para poder fazer as descobertas, eu acho que isso meio que acabou ajudando ele. Ele seguiu os estudos do pai.
10	P01: Como vocês puderam observar, ele não tinha uma vida só no laboratório, ele tinha uma vida social também, ele casou, teve filho. Inclusive o filho dele também se tornou físico. É, vamos lá, se a gente for agora trazer um pouco de Becquerel para a descoberta da Radioatividade em si. O que foi que Becquerel estava estudando, quando ele teve primeiro contato com o fenômeno da radioatividade? Qual foi a substância que ele estava estudando?
11	A01: Sal de urânio.
12	P01: E como ele teve acesso aos sais de urânio?
13	A05: Com a família.
14	A14: Ele herdou do pai.
15	A17: Pelo pai.
16	P01: O pai de Becquerel também estudava os sais de urânio. Embora desconhecesse o fenômeno da radioatividade, ele também desenvolvia, estudos com os sais de urânio. E vocês observaram alguma similaridade na forma que Becquerel explicou esse fenômeno de radiação presente nos sais de urânio, com os estudos desenvolvidos pelo pai dele? Alguma similaridade assim? Ou não tiveram similaridades entre os estudos de Becquerel

	desenvolveu, com os estudos que vinham sendo desenvolvidos pela família dele?
17	A05: Aqui fala que seu pai Edmund Becquerel professor de física aplicada, desenvolveu pesquisas tais como a radiação solar e a fosforescência. Ele seguiu o caminho.
18	P01: Na verdade o filho que seguiu o caminho dele. Então olhem só, o pai de Becquerel já estudava a fosforescência. Ele já tinha uma base de conhecimento sobre a fosforescência e ele acabou seguindo esse caminho. E foi justamente o fenômeno da fosforescência que ele usou pra explicar a radiação dos sais de urânio.
19	A02: Professora, a senhora disse que Becquerel tinha uma vida normal como qualquer pessoa, mas tipo assim naquela época quando ele ia fazer experimentos ou coisa do tipo, os cuidados que ele tinha pra prevenir acidentes eram um pouco desconhecidos. O que não encaixa eram os cuidados que ele tinha com o material já que ele desconhecia o fenômeno.
20	P01: E quem disse que ele tinha cuidados?
21	A02: Mas como ele viveu tanto tempo?
22	A13: Quanto tempo ele viveu?
23	A05: Cinquenta e seis anos.
24	A02: Cinquenta e seis anos é muito tempo pra quem mexe com a radioatividade ao meu ver.

A discussão foi iniciada com a indagação da professora sobre os aspectos da vida de Becquerel dispostos no texto que mais chamaram a atenção dos alunos, como podemos observar no turno 01. As respostas dos alunos foram analisadas e dois pontos foram identificados: Fazer parte de uma família de cientistas, Seguir os estudos do pai.

Como podemos observar, as respostas para esta questão estão direcionadas a características relacionadas à família do cientista, ressaltando que Becquerel é proveniente de uma família de físicos como apresentado pelas alunas A11 e A03 nos turnos 02 e 03 respectivamente “O pai dele era físico.” e “O pai dele era físico e o avó dele também.

A professora segue com as indagações buscando compreender o que os alunos entendem sobre a relação do cientista com a família e com a comunidade científica. No turno 05, a aluna A05 apresenta a relação de Becquerel com a comunidade científica, “Eu acho que, com a comunidade, até porque o texto fala que ele incentivou o casal a continuar pesquisando sobre o estudo dele da radioatividade”. Tal relação é explicitada pela interação de Becquerel com o casal Curie, em que ele atuou como orientador de Marie.

Percebe-se na fala da aluna que este consegue estabelecer e identificar algumas relações existentes em uma comunidade científica, mostrando uma evolução na compreensão da Natureza da Ciência. Nesse sentido, são incorporados aspectos que evidenciam as interações em uma comunidade de prática. Outro ponto destacado pela aluna A14, no turno 09, está relacionado à vida acadêmica de Becquerel. De acordo com a fala da aluna, o cientista estava constantemente em busca de novos conhecimentos, o que lhe possibilitou a realização de descobertas. A aluna ressalta ainda sua inspiração na pesquisa, onde o cientista segue uma trajetória da família.

A14: Becquerel meio que teve um preparo, ele fez várias experiências né. Ele sempre foi fazendo alguma coisa para ir aumentando a experiência dele para poder fazer as descobertas, eu acho que isso meio que acabou ajudando ele. Ele seguiu os estudos do pai.

Além de ressaltar sobre a escolha de Becquerel (1852-1908) em seguir a trajetória do pai no desenvolvimento de suas pesquisas, o qual trabalhou com sais de urânio e estudou fenômenos como o da fluorescência, os alunos destacaram outro ponto no qual questionaram sobre os malefícios da exposição contínua aos sais de urânio, como pode ser observado fala da aluna A02 no turno 19.

A02: Professora, a senhora disse que Becquerel tinha uma vida normal como qualquer pessoa, mas tipo assim naquela época quando ele ia fazer experimentos ou coisa do tipo, os cuidados que ele tinha pra prevenir acidentes eram um pouco desconhecidos. O que não encaixa eram os cuidados que ele tinha com o material já que ele desconhecia o fenômeno.

Nos encontros anteriores houveram discussões acerca dos malefícios da exposição contínua a materiais radioativos, como também ocorreu a discussão sobre os danos causados com o acidente ocorrido em Goiânia com o isótopo radioativo Césio 137. Tais discussões puderam contribuir para este questionamento sobre a exposição de Becquerel ao material radioativo. Vejam que o aluno mostra a preocupação quanto aos cuidados necessários na manipulação desse tipo de material. Essa preocupação e análise apresentada pelo aluno mostra uma evolução no sentido da busca de melhor compreensão da história, através da aplicação de conhecimentos construídos durante a aula. Assim, o aluno teve a possibilidade de realizar uma interpretação crítica da própria história embasado nos conhecimentos científicos construídos.

No decorrer das discussões, a professora buscou saber informações sobre quais aspectos da vida de Marie Curie (1864-1934) chamou a atenção dos alunos, como podemos observar no quadro abaixo:

Quadro 23: Trecho 02 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
25	P01: (...) Seguindo a discussão, quais foram os aspectos da vida de Marie que mais lhe chamou a atenção?
26	A05: Ela sobreviveu com pão e chá.
27	A17: Ela foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel.
28	A13: Quando ela tinha 37 anos já parecia velha.
29	A14: Ela morreu de leucemia.
30	P01: Por quê?

31	A13: Por causa da radiação.
32	P01: Isso já era um dos efeitos da exposição que ela tinha frequente.
33	A13: E ela morreu por conta disso, de leucemia.
34	P01: O que mais meninos?
35	A05: A determinação dela, porque aqui fala né que ela preferiu morar num apartamento não muito confortável e se manteve só de pão e chá pra poder ter mais tempo para estudar. Tipo, a determinação dela que apesar de tanta dificuldade ela conseguiu se manter, pra conseguir o que ela realmente queria, de certa forma meio que impactou a sociedade naquela época, porque só homem podia estudar.
36	P01: Então, já era uma realidade social diferente da nossa realidade social, na época de Marie. A gente percebe que as mulheres tinham uma certa dificuldade de acesso à educação e Marie foi rompendo fronteiras, praticamente. Ela morava em um país e teve que se mudar para outro, para conseguir estudar, porque no país que ela vivia, não aceitava que mulheres estudassem naquela universidade. E vocês, quais aspectos da vida de Marie chamou sua atenção?
37	A18: Achei interessante o que ela (referindo-se a colega) falou que a sua sucessora seria a filha mais velha e não a mais nova.
38	P01: Mas, por que foi a mais velha e não a mais nova?
39	A18: Porque ela tinha mais as como eu posso dizer.
40	A01: As características da mãe.
41	A18: Isso aí, as características.
42	P01: E Éve, a filha mais nova, não se interessou muito pela ciência. E Irène seguiu, não posso dizer exatamente os passos da mãe, mas tem algumas similaridades, com a história da mãe. Ela se casou com uma pessoa do meio acadêmico, junto a ele desenvolveu suas pesquisas, assim como a mãe teve dois filhos e, além de características do desenvolvimento no meio científico, ela apresentava características pessoais, ele parecia muito com a mãe. Pelo fato de ser recatada, ser tímida, essas eram algumas das características de Marie.

Ao serem questionados sobre os aspectos da vida de Marie que mais chamaram atenção, os alunos citaram diversos deles. Podemos destacar nos turnos 27, 28 e 29, respectivamente, os citados pelo aluno A17, “Ela foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel”, aluno A13, “Quando ela tinha 37 anos já parecia velha”, e a aluna A14, “Ela morreu de leucemia”. Essas primeiras observações apresentadas pelos alunos relacionam-se à presença marcante de uma mulher na Ciência e os efeitos da pesquisa em sua saúde.

Considerando a discussão desenvolvida, reportamo-nos ao fato de como na história da ciência a presença feminina é pouquíssimo mostrada. Tal fato tem conferido a ciência um caráter exclusivamente masculino, o que contribui para uma visão simplista da própria ciência. O fato de Marie ser a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel, possibilitou a visibilidade dessa inserção da mulher na ciência, rompendo com os ideais machistas da época e que, de certa forma, ainda se expressam na academia e na ciência escolar.

Durante o desenvolvimento das aulas, não foi observada estranheza por parte dos alunos quanto à presença da mulher na ciência. Rocha e Lima (2015), discutem em seu trabalho que os anos escolares contribuem para a ruptura de alguns estereótipos construídos sobre a ciência, como por exemplo, a ideia de ciência masculina. Os autores mostram que alguns estereótipos que são construídos sobre a ciência, são rompidos de

acordo com o contato dos alunos com a própria ciência. Vale acrescentar a ideia dos autores o fato de que atualmente é evidente a presença da mulher em várias esferas da sociedade, inclusive na ciência e mesmo no ensino de ciências, ou seja, a química e a física não é mais ensinada exclusivamente por homens, sendo estes considerados os melhores professores. Desse modo, é natural que alunos não tomem como algo estranho a presença de uma mulher na ciência.

Os alunos retomam também a ideia dos danos sofridos por Marie Curie (1867-1934) devido à exposição excessiva ao material radioativo, tal exposição fez com que ela envelhecesse precocemente e desenvolvesse sérios problemas de saúde que a levaram à morte. Os alunos seguem apresentando mais características, como no caso da A05, no turno 35.

A05: A determinação dela, porque aqui fala né que ela preferiu morar num apartamento não muito confortável e se manteve só de pão e chá pra poder ter mais tempo para estudar. Tipo, a determinação dela que, apesar de tanta dificuldade, ela conseguiu se manter, pra conseguir o que ela realmente queria. De certa forma, meio que impactou a sociedade naquela época, porque só homem podia estudar.

Nesta fala, a aluna A05 aborda a determinação de Marie Curie (1867-1934) em desenvolver seus estudos, o que fez com que ela optasse por sobreviver em péssimas condições de moradia e alimentação. A atitude de Marie (1867-1934) em manter seus objetivos diante das dificuldades foi o que, segundo o aluno, gerou impacto na sociedade da época onde apenas homens tinham direito e acesso à educação. Todavia devemos destacar, que apesar das dificuldades de estudos enfrentados por Marie (1867-1934) na França, mas foi na Polônia (país de origem de Marie) onde ela foi impedida de estudar, por ser uma universidade unicamente masculina. De acordo com a fala da aluna, notamos que o aluno mostra indícios de sua percepção dos valores sociais de uma época histórica, na vida do cientista.

Perceber como as crenças e valores de uma época histórica influenciam na vida de uma cientista, ajuda a compreender a influência da sociedade, com suas crenças e valores, na própria ciência. Assim, a discussão vai evoluindo no sentido de os alunos irem atribuindo à ciência um caráter humano, percebendo a dimensão da ciência que extrapola o fazer científico no laboratório e, de certa forma, rompendo com ideia inadequadas, simplistas e estereotipadas de ciência.

No turno 37, a aluna A18 ressalta a relação científica e familiar de Marie: “Achei interessante o que ela (referindo-se a colega) falou, que a sua sucessora seria a filha mais velha e não a mais nova.”. A aluna declara que o fato de a filha mais velha de Marie ser sua sucessora e trilhar por caminhos científicos lhe chamou atenção.

Outro fato destacado por A19 “Também tem que ela levou sistemas radiológicos móveis para ajudar soldados feridos de guerra. Ela parou de estudar um pouco para poder ajudar.”, no quadro abaixo está relacionado a percepção de ciência como atividade social e humana estruturada de acordo com valores e contexto sócio-histórico.

Quadro 24: Trecho 03 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
43	A19: Também tem que ela levou sistemas radiológicos móveis para ajudar soldados feridos de guerra, ela parou de estudar um pouco para poder ajudar.
44	P01: Ela tocou em mais um assunto que eu acho interessante é relacionado à guerra, Marie parou seus estudos por um tempo para ajudar soldados de guerra. Então vamos entender um pouco sobre a França, como estava a França nesse período? Quais eram suas características?
45	A13: Os presidentes são depostos.
46	A07: Escândalos políticos.
47	P01: A França estava em um momento extremamente caótico né, de política, de economia, estava em um período de guerra, e Marie teve essa intervenção positiva tentando ajudar feridos de guerra.
48	A11: Logo no início vem mostrando que a ciência era dominada pelos homens e ela foi a primeira mulher a ganhar um Prêmio Nobel.
49	A13: Ela já lecionava nos mestrados, muitas mulheres não estudavam e ela já estava dando aula.

As discussões seguem focalizando a situação econômica e política da França no período da descoberta da radioatividade, consolidando a ideia de que fatores extra-científicos como política e economia, também influenciam o fazer científico. Em seguida, é retomada a discussão sobre o Prêmio Nobel, como observado, no turno 48, na afirmativa da aluna A11 “Logo no início vem mostrando que a ciência era dominada pelos homens e ela foi a primeira mulher a ganhar um Prêmio Nobel” a aluna ressalta o caráter masculino que dominava o fazer científico, apresentando o feito de Marie como a primeira mulher a receber a honraria.

No turno 49, o aluno A13 destaca “Ela já lecionava nos mestrados, muitas mulheres não estudavam e ela já estava dando aula.” Mostrando como Marie de acordo com as possibilidades apresentadas naquele contexto sócio-histórico, desafiou limites superando as conjunturas sociais e abrindo fronteira do acesso feminino a educação, deste modo inspirando outras mulheres.

A professora segue a discussão solicitando que os alunos realizassem um comparativo da vida dos cientistas, até o momento da descoberta. Como apresentados no quadro abaixo:

Quadro 25: Trecho 04 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
50	P01: Então assim, no período que as descobertas aconteceram, então a vida de Marie teve umas diferenças em relação a vida de Becquerel, elas se encontraram em um ponto no caso da descoberta da radioatividade. Mas se vocês fossem analisar a vida de Marie e de Becquerel, como se deu esse processo até eles se encontrarem, e aí? O que vocês tem a dizer sobre a vida de cada um?
51	A13: A de Marie foi mais dura.
52	A02: É a de Marie foi pior que de Becquerel, por razões do sexo e gênero né, porque homem e ela era mulher, então ele tinha mais oportunidades que ela e ela tinha mais força de vontade pra aprender porque se não fosse por isso ela não tinha descoberto nada.
53	A13: E a condição também.
54	A05: E, questão, financeiramente, porque a família de Becquerel já vinha avançando nesse lado da ciência; é tanto que eles tinham uma mina. Já a família de Marie não tinha essas condições todas, essa questão financeiramente.
55	P01: Então, as diferenças principais que vocês acreditam entre a vida de Marie e de Becquerel é justamente a questão do sexo, por Marie ser mulher ela foi...
56	A01: Teve mais dificuldades.
57	P01: Teve mais dificuldades de estar no meio acadêmico, e desenvolver seus estudos, e com Becquerel não aconteceu a mesma coisa né. E a questão financeira, porque Becquerel já vinha de uma família de cientistas que deu todo o suporte pra que ele desenvolvesse suas pesquisas. O que mais vocês querem acrescentar?
58	A01: Uma coisa que eu achei interessante também foi depois dos estudos de Marie com Becquerel, quando eles iam ganhar o Prêmio Nobel; foi até depois da morte do marido dela. Ela continuou estudando radioatividade, só que ela foi mais pra o meio da medicina, né. Ela se dedicou, tanto que fala aqui que ela fundou o centro de radioterapia. Ela usou o elemento que ela descobriu junto com o cara (Esposo de Marie) que foi o elemento rádio. Depois que o cara morreu (Esposo de Marie) ela seguiu por esse caminho.
59	P01: Pra você ver como a força de vontade como a colega falou foi fundamental para Marie, que rompeu fronteira, porque além de romper com a questão do preconceito, ela teve uma vida muito dedicada a ciência. E mesmo após da morte do seu marido ela continuou seus estudos, uniu-se a outros cientistas pra abrir o Instituto do Rádio. No período de Guerra foram para ajudar soldados, e esses estudos eram relacionados aos Raios X. Além de estudar sobre a radioatividade, ela também estudava sobre os Raios X. (...) Voltando a ideia do Prêmio Nobel, teve um impasse aí, pra ela conseguir receber esse prêmio o que vocês acham sobre isso?
60	A01: Porque era um prêmio masculino, aí quem ia ganhar era só o marido dela, porque não aceitava mulher aí o cara ficou brigando, mas se o cara não fizesse questão. Ele ficou fazendo questão pra que ela ganhasse e que deu metade pra Becquerel e metade pro casal. Nem foi só pra ela, foi pro casal.

Assim, o aluno A13 no turno 51 ressalta as dificuldades sofridas por Marie (1867-1934) “A de Marie foi mais dura.” No turno 52 a aluna A02 retoma a discussão sobre gênero.

A02: É, a de Marie foi pior que de Becquerel, por razões do sexo e gênero né, porque homem e ela era mulher, então ele tinha mais oportunidades que ela e ela tinha mais força de vontade pra aprender porque se não fosse por isso ela não tinha descoberto nada.

A aluna retoma a ideia de oportunidades de acesso à educação pelas mulheres, assim como a perseverança de Marie Curie (1867-1934) em atingir seu objetivo. Assim, percebe a influência de fatores externos e pessoais do desenvolvimento científico, pois de acordo com o aluno a perseverança de Marie nos estudos e na pesquisa possibilitou a descoberta, sem a qual tal feito não seria possível.

No turno 54 a aluna A05 destaca que a condição econômica da família de Marie era diferente da família de Becquerel (1852-1908).

A05: E questão financeiramente, porque a família de Becquerel já vinha avançando nesse lado da ciência é tanto que eles tinham uma mina. Já a família de Marie não tinham essas condições todas, essa questão financeiramente.

A aluna A05 destaca que a condição financeira da família de Becquerel (1852-1908) favoreceu a sua carreira científica, já que sua família possuía uma fonte de matéria-prima que foi adotada em sua pesquisa. Destaca, ainda, que as condições financeira de Marie eram desfavoráveis, sendo mais um obstáculo a ser superado pela cientista.

No turno 58, o aluno A01 destaca que mesmo após a morte de Pierre Curie (1859-1906), esposo de Marie, a pesquisadora não se deixou abater e deu prosseguimento aos estudos com o rádio, fundando o Instituto de Radioterapia.

A01: Uma coisa que eu achei interessante também foi depois dos estudos de Marie com Becquerel, quando eles iam ganhar o Prêmio Nobel foi até depois da morte do marido dela. Ela continuou estudando radioatividade só que ela foi mais pra o meio da medicina né. Ela se dedicou, tanto que fala aqui que ela fundou o centro de radioterapia ela usou o elemento que ela descobriu junto com o cara (Esposo de Marie) que foi o elemento rádio. Depois que o cara morreu (Esposo de Marie) ela seguiu por esse caminho.

Não há como negar as relevantes contribuições de Marie (1867-1934) para a ciência, como para medicina. Tal fato é observado pelos alunos. A utilização de textos que aproximam o aluno da História da Ciência, possibilita o desenvolvimento da curiosidade despertando o interesse do aluno. Este passa a se tornar agente de sua aprendizagem, além de desenvolver uma visão mais crítica e coerente de ciência e sobre os cientistas, rompendo assim com uma visão ingênua e estereotipada de ciência. Mathews (1995) ao citar as contribuições da História da Ciência no processo de humanização da ciência possibilitando maior envolvimento dos nas aulas, considera que as aulas de ciências devem

superar uma abordagem superficial de ciência e levar mais em consideração como construção humana.

A professora prossegue as discussões indagando sobre a divergência que ocorreu durante a entrega do Prêmio Nobel. Como resposta as indagações da professora, o aluno A01 ressalta o papel de Pierre em insistir para que sua mulher também recebesse tal honraria, a qual era recebida apenas por homens como podemos observar no turno 60.

A01: Porque era um prêmio masculino, ai quem ia ganhar era só o marido dela, porque não aceitava mulher ai o cara ficou brigando, mas se o cara não fizesse questão. Ele ficou fazendo questão pra que ela ganhasse e que deu metade pra Becquerel e metade pro casal. Nem foi só pra ela foi pro casal.

O A01 destaca um ponto muito importante que foi o apoio de Pierre (1859-1906) ao trabalho de sua esposa (Marie), atuando junto a ela no desenvolvimento dos estudos sobre radioatividade. Nunes et.al (2009) discutem sobre a exclusão social da mulher ao longo da história, considerando que os mitos e religiões legitimavam a submissão feminina. Assim, as decisões centralizavam-se nas mãos dos homens, gerando uma dicotomia entre as partes da sociedade onde uma era responsável pelas decisões e a outra apenas ajustava-se e obedecia às normas estabelecidas.

Deste modo, o governo, a educação e o desenvolvimento tecnológico funcionavam como mecanismos de reprodução da sociedade patriarcal, em que os papéis de destaque cabiam aos homens, enquanto às mulheres eram entregues os papéis secundários e subalternos (SCOTT, 1991). Assim, dar a uma mulher um prêmio que era recebido apenas por homens era motivo de vergonha para os mesmos.

Os alunos seguem a discussão apresentando outros aspectos da vida de Marie que lhes chamaram a atenção. Dentre os fatos, destaca-se a escolha de não patentear a descoberta do rádio, possibilitando o acesso de outros cientistas às pesquisas, para que os mesmos pudessem compreender melhor esse novo elemento químico, como declarado pelos alunos A05 e A01. A escolha por entregar a quantia recebida pela premiação para ajudar a França, país onde ela residia, com o intuito de ajudar tal país que se encontrava em crise financeira devido ao seu envolvimento na Primeira Guerra Mundial, foi destacado pelo aluno A16. Como apresentado no quadro abaixo:

Quadro 26: Trecho 05 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
61	P01: Pra você ver como a mulher era vista nessa época. (...) Vocês notaram uma coisa que ela fez ainda no período de guerra além de ajudar os soldados?

62	A05: Abriu a fronteira.
63	P01: Como foi que ela abriu a fronteira do rádio?
64	A01: Ela não patenteou, ela deixou pra que as pessoas pudessem estudar.
65	P01: Ela deixou livre pra que as pessoas pudessem obter mais informações possíveis. Ela fez outra coisa.
66	A16: Ela entregou todo o valor do seu prêmio pra ajudar a França.
67	P01: No geral, qual a ideia de vocês sobre Marie como pessoa, como pesquisadora? E Becquerel como pessoa e como pesquisador?
68	A05: Marie se dedicou mais, por causa de sua batalha pra chegar onde chegou com relação a Becquerel.
69	A13: É um símbolo de persistência a história dela em geral.
70	A02: Acho ela um exemplo de pessoa, não que Becquerel não seja também, mas por ela ter se destacado da forma que ela sofreu pra conseguir, por tudo que ela passou, é tipo, qualquer um gostaria de ser ela. Essa força de vontade essa perseverança que ela tinha em vencer na vida, não só pelas condições financeiras, mas também porque ela era mulher e ela quebrou barreiras. Para hoje dar oportunidade pra gente frequentar a escola, enfim ela é maravilhosa.

Os alunos A05, A13 e A02 afirmam que Marie enfrentou grandes dificuldades durante sua vida, o que a tornou um símbolo de persistência, veja a fala da aluna A02 no turno 70.

A02: Acho ela um exemplo de pessoa, não que Becquerel não seja também, mas por ela ter se destacado da forma que ela sofreu pra conseguir, por tudo que ela passou, é tipo, qualquer um gostaria de ser ela. Essa força de vontade, essa perseverança que ela tinha em vencer na vida, não só pelas condições financeiras, mas também porque ela era mulher e ela quebrou barreiras. Para hoje dar oportunidade pra gente frequentar a escola, enfim ela é maravilhosa.

A aluna A02 retoma algumas ideias debatidas anteriormente, ressaltando as dificuldades enfrentadas por Marie, as quais compreendiam dificuldades financeira e de gênero. A aluna ressalta ainda que seu comportamento abriu portas para outras mulheres terem esse acesso à educação, que por vezes era restrita apenas aos homens. Atualmente, os alunos presenciam uma realidade diferente da vivida por Marie (1867-1934), a mulher tem garantido cada vez mais o seu espaço, seja no meio científico ou no exercício de qualquer outra atividade que era considerada apenas masculina. Todavia, temos ainda um longo caminho a percorrer no sentido de garantir uma igualdade de gênero em várias esferas da sociedade. Nesse sentido, é gratificante perceber na fala da aluna A02 como a atuação de Marie como cientista e como cidadã resta ainda inspiradora e, portanto, com grandes contribuições para favorecer a ruptura com uma visão masculina de ciência “(...) qualquer um gostaria de ser ela”, “(...) Para hoje dar oportunidade pra gente frequentar a escola, enfim ela é maravilhosa”. (A02)

Relação dos cientistas com a comunidade científica

As discussões seguem e a professora indaga os alunos sobre as relações do cientista com a comunidade científica. As discussões estão apresentadas nas transcrições no quadro abaixo:

Quadro 27: Trecho 06 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
71	P01: Bom! Na terceira questão diz o seguinte: Quais eventos apresentados no texto indicam as relações entre os cientistas e a comunidade científica?
72	A01: A própria escolha de Marie em não patentear pra deixar a comunidade estudar o rádio, justamente mostra que ela sabia que tinham outras pessoas que queriam estudar o rádio, depois de descoberto. Becquerel, que tornou o estudo de sais de urânio público e é essa relação com a comunidade.
73	P01: O que mais gente vocês podem destacar sobre as relações dos cientistas com essa comunidade científica? É importante ter uma comunidade científica?
74	Alunos: Sim!
75	A01: Por exemplo, o Prêmio Nobel, os cientistas faziam seu trabalho, e não era fácil dependendo de cada cientista ele passava por dificuldades, pra estudar muito e depois ganhar um Prêmio Nobel, isso é gratificante. Além da relação do cientista com a comunidade para ajudar nas pesquisas, a gratificação, a honraria também incentivavam os outros cientistas que estavam estudando, e continuar fazendo ciência. Talvez isso tenha feito com que a ciência tenha avançado tanto nessa época.
76	P01: Justamente a consolidação dessa comunidade você acha?
77	A01: é isso, principalmente a gratificação que eles davam, os prêmios, os auxílios pra quem fazia as descobertas.
78	P01: Então você acredita que o desenvolvimento científico se dava porque essa comunidade investia financeiramente, com os prêmios?
79	A01: Isso!
80	P01: Qual o papel dessa comunidade científica? Pra que que ela serve?
81	A13: Promover a tecnologia, no caso pra... contribuição pra medicina.
82	P01: Você acredita que a comunidade científica está relacionada ao desenvolvimento tecnológico.
83	P02: Eu gostaria de fazer uma pergunta. O que é que vocês estão entendendo por comunidade científica?
84	A02: Eu penso que são as pessoas.
85	Alunos: Eu também.
86	A02: As pessoas da comunidade, não da parte científica, as pessoas que são testadas ou que são envolvidas nos experimentos delas.
87	P02: Então, eu penso que a professora (P01) está com um outra concepção de comunidade científica que é diferente da concepção de vocês sobre comunidade científica.
88	A01: Na minha concepção são todos os cientistas.
89	P02: Todos os cientistas. Era essa a sua?
90	A01: Era todos os outros cientistas que estudam. Acho que essa é uma comunidade científica.
91	A02: Pra mim, cientista é cientista e comunidade é todo mundo.
92	A01: Eu penso que sejam só os cientistas, e quem não for cientista não faz parte da comunidade científica.
93	P02: O que vocês entendem por comunidade?
94	A01: Um grupo que se ajuda, que dá suporte um ao outro.
95	P02: E por que eles estão unidos?
96	A01: Em prol de um bem comum.
97	A02: Porque tem aspectos em comum.

98	P02: Porque tinham objetivos comuns, propósitos comuns.
99	A02: Até aquela questão de Becquerel com Marie eles estavam desenvolvendo juntos onde um ajudou o outro depois apresentou pra comunidade.
100	P02: Então. O conceito que vocês tem de comunidade é esse, pessoas que tenham objetivos comuns (...). Ou até mesmo objetivos de pesquisa em comum, e assim nós temos a comunidade dos químicos, a comunidade dos físicos.
101	A01: É tanto que no Prêmio Nobel eles ficaram em dúvida de Becquerel e Marie receberiam o prêmio de química ou física.
102	P02: Exatamente, até porque nem sempre dá pra definir onde começa e termina a física ou a química, porque os conceitos se entrelaçam. Apesar de existirem essas fronteiras, mas essas fronteiras são permeáveis ela permite essa interface entre vários domínios do conhecimento. Então, a gente entende como comunidade científica, um grupo de cientistas que tem um objetivo de pesquisa em comum, um campo de pesquisa em comum, mas que não são fechados, eles interagem com outros campos de cientistas e também com a comunidade das pessoas que não são cientistas. Entendeu? A gente não pode entender comunidade como um grupo de qualquer pessoas (...).
103	P01: (...) entendendo o que a professora falou sobre comunidade científica, qual seria agora a concepção de vocês sobre o papel dessa comunidade?
104	A01: Dar suporte as pesquisas, as vezes o cientista fazia o estudo só que tinha dúvidas sem saber se estava certo ou errado. Justamente a comunidade entrava nesse contexto pra ajudar nos experimentos, a melhorar a tese ou coisa assim.

Como resposta a indagação realizada pela professora no turno 71, o aluno A01 no turno 72 afirma que:

A01: A própria escolha de Marie em não patentear pra deixar a comunidade estudar o rádio, justamente mostra que ela sabia que tinham outras pessoas que queriam estudar o rádio, depois de descoberto. Becquerel, que tornou o estudo de sais de urânio público e é essa relação com a comunidade.

A fala do aluno mostra que ele consegue estabelecer as relações que ocorrem na comunidade científica, entendendo a comunidade em si, apresentando clareza nas características da NdC. Dentre os papéis da comunidade científica o aluno A01 no turno 75 destaca outro ponto fundamental.

A01: Por exemplo, o Prêmio Nobel, os cientistas faziam seu trabalho, e não era fácil dependendo de cada cientista ele passava por dificuldades, pra estudar muito e depois ganhar um Prêmio Nobel, isso é gratificante. Além da relação do cientista com a comunidade para ajudar nas pesquisas, a gratificação, a honraria também incentivavam os outros cientistas que estavam estudando, e continuar fazendo ciência. Talvez isso tenha feito com que a ciência tenha avançado tanto nessa época.

O Aluno A01 apresenta certa ingenuidade na percepção de comunidade científica. O aluno entende que a comunidade tem o papel de ajudar os membros na realização das pesquisas através de incentivos por meio de prêmios. A ideia de comunidade científica que se deseja que os alunos alcancem é a de um grupo que estabelece critérios para o que

pode ser considerado como questões método e respostas adequadas. A comunidade legitima o que pode ser considerado conhecimento científico e como meios relevantes de obtê-lo.

Ao serem questionados sobre o papel da comunidade científica o aluno A13, responde que o papel da comunidade científica está relacionado à promoção da tecnologia, assim como consequência a sua contribuição também para a medicina, como observado no turno 81 “Promover a tecnologia, no caso pra... contribuição pra medicina.” É importante que os alunos consigam relacionar a ciência e a tecnologia, todavia a concepção apresentada pelo aluno tem uma certa ingenuidade, pode através dessa fala entende-se que a ciência se desenvolve para a produção de novas tecnologias sendo esse o principal objetivo da comunidade científica.

A professora P02 percebe que alguns alunos não apresentam uma ideia coerente de comunidade científica, para tanto ela questiona os alunos sobre o que eles entendem por comunidade científica. As falas mostraram que alguns alunos entendiam comunidade como um grupo de pessoas qualquer, como descrito no turno 86 pela aluna A02: “As pessoas da comunidade, não da parte científica, as pessoas que são testadas ou que são envolvidas nos experimentos delas.” Já o aluno A01 apresenta em sua fala uma visão coerente sobre comunidade científica, diferentemente da apresentada por seus colegas. Contudo, a professora busca apresentar explicações favorecendo uma compreensão adequada sobre a comunidade, científica mostrando as relações entre as diferentes áreas do conhecimento como observado no turno 102.

P02: Exatamente, até porque nem sempre dá pra definir onde começa e termina a física ou a química, porque os conceitos se entrelaçam. Apesar de existirem essas fronteiras, mas essas fronteiras são permeáveis, ela permite essa interface entre vários domínios do conhecimento. Então, a gente entende como comunidade científica, um grupo de cientistas que tem um objeto de pesquisa em comum, um campo de pesquisa em comum, mas que não são fechados, eles interagem com outros campos de cientistas e também com a comunidade das pessoas que não são cientistas. Entendeu? A gente não pode entender comunidade como um grupo de qualquer pessoas (...).

Ao ser indagado pela professora sobre qual o papel da comunidade científica, o aluno A01, no turno 104, destaca como papel dessa comunidade fornecer suporte aos cientistas.

A01: Dar suporte as pesquisas, as vezes o cientista fazia o estudo só que tinha dúvidas sem saber se estava certo ou errado. Justamente a

comunidade entrava nesse contexto pra ajudar nos experimentos, a melhorar a tese ou coisa assim.

Assim, a comunidade avalia o conhecimento determinado até onde o conhecimento produzido é válido ou não. A fala de A01 representa coerentemente o papel da comunidade científica, mostrando um avanço em relação a concepção por ele apresentada anteriormente, onde considerava que o papel da comunidade era incentivar os cientistas através de premiações.

Cientista - um ser comum

Os alunos são questionados pela professora sobre se os cientistas são pessoas diferentes das demais. As discussões para esta questão foram transcritas e estão apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 28: Trecho 07 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Relações da ciência com a sociedade da época.
105	P01: (...) Na quarta questão diz o seguinte: Os cientistas são pessoas diferentes das demais?
106	A02: Não!
107	P01: Se sim, por quê? Se não. Por quê?
108	A17: Acho que não, porque eles apenas se dedicaram mais do que as outras pessoas.
109	A02: São pessoas que tem curiosidade, e quando a pessoa tem curiosidade ela vai em busca da oportunidade que ela tiver. Elas são pessoas normais, mas que procuram saber mais sobre algumas coisas.
110	A05: Que se esforçou pra buscar, porque se todo mundo se esforçar consegue, tem muito a ver com interesse e esforço se você tiver você consegue, você é capaz. Só basta acreditar.
111	A01: Eu acho que sim, apesar de todos terem a mesma capacidade cientistas eles se dedicaram aquilo então de alguma forma eles tem mais conhecimentos do que outras pessoas. Porque é como dizem, existem várias vertentes de ciência e as pessoas podem escolher que caminho seguir, então por exemplo, um físico e um filósofo, apesar de serem iguais, ou seja, terem a mesma capacidade, mas um é diferente do outro. Não dá pra dizer que as pessoas são iguais. Os cientistas são pessoas diferenciadas.
112	P01: E o que diferencia, por exemplo, um físico ou um filósofo de uma pessoa que não é nenhuma dessas coisas?
113	A05: A afinidade ou seja, tem pessoas que são melhores em tudo, mas, tem pessoas que se dedicam mais em uma área e assim que de certa forma gosta.
114	P01: Você acha que por você ter afinidade com algo torna você diferente de outra pessoa?
115	A02: Não! É igual, só que tipo não é porque eu gosto de exatas que vou me tornar uma pessoa diferente de quem gosta de humanas. Eu não vou estudar uma coisa que eu não gosto.
116	A01: Mas, eu creio que quando uma pessoa tem afinidade pelo que estuda, tenho plena certeza que essa pessoa vai ter muito mais, ela tem a probabilidade ela tem a chance de ter muito mais sucesso com essa coisa que ela gosta, do que se ela estudasse uma coisa que ela não gostasse.
117	A02: Mas todo mundo procura estudar aquelas coisas que tem afinidade, ninguém quer tipo eu odeio filosofia e vou estudar filosofia. Eu gosto de matemática então eu vou fazer o que gosto, é o que torna as pessoas iguais elas buscam fazer o que gostam.
118	A18: Mas é só se esforçar.
119	A02: Mas ela (Marie) gostava do que fazia.

120	A01: Eu tenho certeza que se ela não gostasse ela não tinha chegado onde chegou.
121	A16: Um exemplo, um médico, os melhores médicos são aqueles que gostam de ser médicos e os piores são aqueles que queriam ser outra coisa e só tão ali pelo dinheiro.
122	A01: O fato de você gostar muda muita coisa.
123	A03: Você nem precisa se esforçar tanto.
124	A02: É o caso dos policiais, que estão ali só pelo dinheiro e tem os que gostam mesmo da profissão.
125	P02: Na verdade todas as pessoas terão suas preferências aí o cientista tem uma preferência por aquela área, e sabe que pra ser um bom cientista, isso tem que ter um preço em termos de atitude e postura de vida (...). Tenho uma pergunta a fazer, qualquer pessoa pode ser cientista, todo mundo pode ser cientistas, o que vocês acham?
126	Alunos: Sim!
127	A02: É só ele ter força de vontade.
128	A01: Todo mundo pode aprender a tocar um instrumento musical, mas não quer dizer que ele vai ser o melhor músico do mundo. Os melhores cientistas do mundo são aqueles que se dedicam de corpo e alma porque gostam daquilo. Todo mundo pode ser cientista só não vai ser como Marie Curie.
129	A02: Ela fazia o que ela gostava, ela tomou pão e chá por muito tempo só pra manter os estudos. Então você percebe que ela gostava mesmo daquilo. É sofredor só vai quem gosta mesmo.
130	P02: Além do gostar, eu gostaria de acrescentar mais uma coisa, o gostar está associado a ideais a percepção de mundo, a objetivos de vida, como a pessoa se entende como cidadã. Não é apenas o gostar, eu estou entendendo o que vocês estão falando, mas é só para aprofundar um pouco nessa discussão. Ela gosta, mas por quê? Ela foi pra guerra era prazeroso pra ela, mas ela tinha objetivos, a percepção dela enquanto cidadã a percepção dela de mundo era que favorecia esse comportamento.
131	P01: Além disso ela se esforçou, pra atingir seus objetivos, ela saiu do seu país porque acreditava que a mulher merecia ter seu espaço (...).

Ao serem questionados sobre se os cientistas são pessoas diferentes das demais, as opiniões dos alunos dividem. No turno 108 o aluno A17 afirma que “Acho que não, porque eles apenas se dedicaram mais do que as outras pessoas.” no turno 109 a aluna A02 afirma que “São pessoas que tem curiosidade, e quando a pessoa tem curiosidade ela vai em busca da oportunidade que ela tiver. Elas são pessoas normais, mas que procuram saber mais sobre algumas coisas.” e no turno 110 a aluna A05 afirma “Que se esforçou pra buscar, porque se todo mundo se esforçar consegue, tem muito a ver com interesse e esforço se você tiver você consegue, você é capaz. Só basta acreditar.”

Notamos nas falas dos alunos A17, A02 e A05 que os mesmos consideram o cientista uma pessoa comum que se dedicou a ciência, que busca o conhecimento e se esforçou para alcançar seus objetivos. Tais ideias mostram a superação de uma visão estereotipada de ciência, onde o cientista é visto como um gênio, superior a outras pessoas como discutido por Rocha e Lima (2015). Assim, a abordagem utilizada nesta SEA certamente favoreceu na superação dessa visão simplista e distorcida de cientista.

No turno 111 o aluno A01 considera os cientistas pessoas diferentes das demais, todavia ele deixa claro que todas as pessoas apresentam a mesma capacidade, o que os diferencia é o campo de conhecimento que escolhe para ser estudado.

A01: Eu acho que sim, apesar de todos terem a mesma capacidade cientistas eles se dedicaram aquilo então de alguma forma eles tem mais conhecimentos do que outras pessoas. Porque é como dizem, existem várias vertentes de ciência e as pessoas podem escolher que caminho seguir, então por exemplo, um físico e um filósofo, apesar de serem iguais, ou seja, terem a mesma capacidade, mas um é diferente do outro. Não dá pra dizer que as pessoas são iguais. Os cientistas são pessoas diferenciadas.

O aluno A01 declara que não dá para considerar que as pessoas são iguais e nessa perspectiva ele acredita que os cientistas são pessoas diferenciadas. A P01 questiona o que diferencia uma pessoa da outra e a aluna A05 afirma “A afinidade ou seja, tem pessoas que são melhores em tudo, mas, tem pessoas que se dedicam mais em uma área e assim que de certa forma gosta.” Esta aluna estabelece que as diferenças estão associadas a afinidade de uma pessoa a uma área de conhecimento específica.

A P01 fomenta a discussão indagando se a afinidade por algo torna uma pessoa diferente da outra, como resposta a tal pergunta a aluna A02 no turno 115 afirma “Não! É igual, só que tipo não é porque eu gosto de exatas que vou me tornar uma pessoa diferente de quem gosta de humanas. Eu não vou estudar uma coisa que eu não gosto.” Tal fala mostra que A02 advoga a favor de que optar por campos de estudo diferentes não torna as pessoas diferentes.

Assim a discussão envereda no sentido de associar a qualificação de uma pessoa a sua afinidade com a área de estudo escolhida como apresentado pelo aluno A01 no turno 116.

A01: Mais eu creio que quando uma pessoa tem afinidade pelo que estuda, tenho plena certeza que essa pessoa vai ter muito mais, ela tem a probabilidade ela tem a chance de ter muito mais sucesso com essa coisa que ela gosta, do que se ela estudasse uma coisa que ela não gostasse.

Advogando a favor da influência da afinidade no sucesso de uma pessoa, o aluno A01 tem clareza que a afinidade por algo não torna uma pessoa especial, mas que todas as pessoas tem o potencial de estudar áreas distintas e qualquer pessoa pode ser cientista, mas reafirma que a afinidade é o caminho para o sucesso como visto no turno 128.

A01: Todo mundo pode aprender a tocar um instrumento musical, mas não quer dizer que ele vai ser o melhor músico do mundo. Os melhores cientistas do mundo são aqueles que se dedicam de corpo e alma porque

gostam daquilo. Todo mundo pode ser cientista só não vai ser como Marie Curie.

No turno 129 a aluna A02 retoma a dificuldades de Marie (1867-1934) para alcançar seu objetivo “Ela fazia o que ela gostava, ela tomou pão e chá por muito tempo só pra manter os estudos. Então você percebe que ela gostava mesmo daquilo. É sofredor só vai quem gosta mesmo. “

A professora P02 no turno 130 busca destacar alguns pontos que influenciaram na atitude tomada por Marie.

P02: Além do gostar, eu gostaria de acrescentar mais uma coisa, o gostar está associado a ideais a percepção de mundo, a objetivos de vida, como a pessoa se entende como cidadã. Não é apenas o gostar, eu estou entendendo o que vocês estão falando, mas é só para aprofundar um pouco nessa discussão. Ela gosta, mas por quê? Ela foi pra guerra era prazeroso pra ela, mas ela tinha objetivos, a percepção dela enquanto cidadã a percepção dela de mundo era que favorecia esse comportamento.

Salientando as ideias apresentadas pelos alunos a professora advoga a favor que as atitudes de Marie e o desenvolvimento da ciência estava ligados a fatores pessoais, e a sua percepção de mundo que está associada a um contexto histórico e cultural em que ela se situava.

Interesses pessoais e sociais dos cientistas

A professora fomentou a discussão questionando os alunos sobre os interesses sociais e pessoais dos cientistas, as discussões foram transcritas e estão apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 29: Trecho 08 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
132	P01: Na questão 05 diz o seguinte: Os cientistas conseguem estar alheios a interesses pessoais e sociais?
133	A03: Não, porque os cientistas fazem o que gostam, então se eu gosto disso vou fazer isso, então não tem como você ser alheio a interesse pessoal e social, porque, por exemplo, teve a descoberta e tal, mas Marie só estuda isso de maneira terapêutica está aí o interesse social.
134	P01: Quem mais gostaria de complementar a fala da colega.
135	A01: Não, eu concordo com ela. Não dá pra dizer que ele está alheio principalmente a interesses sociais vemos pelas ações de Marie, os pais dela lutavam pela igualdade na Polônia, no país dela e com certeza ela foi influenciada pelo ideal de seus pais e assim como os pais dela ela lutou pela igualdade, para que as mulheres pudessem entrar no meio acadêmico na França no caso, então ela tinha interesses externos ao laboratório.
136	P01: E que influenciaram na vida acadêmica dela, é como eu havia falado em momentos

	anteriores, a ciência não acontece isolada de fatores externos. Então, a vida dos cientistas acabou influenciando no próprio fazer ciência. (...) Veja que os interesses pessoais de Marie estavam bem presentes, então a ciência não se faz alheia a outros fatores.
--	---

Ao serem questionados sobre se os cientistas conseguem estar alheios a interesses sociais e pessoais, os alunos respondem que não, segundo a aluna A03 no turno 113.

A03: Não, porque os cientistas fazem o que gostam, então se eu gosto disso vou fazer isso, então não tem como você ser alheio a interesse pessoal e social, porque, por exemplo, teve a descoberta e tal, mas Marie só estuda isso de maneira terapêutica está aí o interesse social.

A03 em sua fala apresenta a percepção de indivíduo isolado. Mas o que deve ser considerado nessa discussão é a constituição do sujeito sócio-histórico. O aluno A01 leva em consideração esse aspecto como observado no turno 135:

A01: Não, eu concordo com ela. Não dá pra dizer que ele está alheio principalmente a interesses sociais vemos pelas ações de Marie, os pais dela lutavam pela igualdade na Polônia no país dela e com certeza ela foi influenciada pelo ideal de seus pais e assim como os pais dela ela lutou pela igualdade, para que as mulheres pudessem entrar no meio acadêmico na França no caso, então ela tinha interesses externos ao laboratório.

De acordo com as falas dos alunos fica evidente que eles conseguem compreender que os cientistas não estão alheios a interesses pessoais e sociais, e citam como exemplo aspectos do texto lido, os alunos conseguem identificar que a ideologia de Marie a mobilizou na realização de seus feitos, destacando seu papel no desenvolvimento científico e na aplicação do conhecimento na medicina. Mostrando que a ciência se faz dentro de um contexto social e fatores desta sociedade influenciam a ciência como também é influenciado por ela. Vale ressaltar também, que a constituição das ideologias de um indivíduo acabam por mobilizá-los em suas ações tanto na sociedade quanto na ciência (neste caso os cientistas).

O professor P03 discute sobre os interesses pessoais de Marie nesse momento histórico, ressaltando a ideia de que nenhum conhecimento pode ser construído fora da sociedade, como observamos no quadro abaixo.

Quadro 30: Trecho 09 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
147	P03: (...) Nesta questão aqui dos interesses sociais e eu vi que a discussão ficou muito

	<p>nisso, nessas questões mais pessoais, mas você foi muito clara, que ciência e nenhum outro conhecimento se faz fora da sociedade. Ela se faz na sociedade e existe o cientista que seja essa figura singular que eu concordo que seja, porque nem todo mundo é cientista, nem todo mundo se dedica ao conhecimento e que se perde muito tempo com isso né, você que está acabando o mestrado deve saber bem, vocês que estão na escola também. Mas existe essa função social da ciência, o conhecimento não é produzido à toa, ele é produzido para dar um respaldo para sociedade. Por isso algumas sociedades investem em ciência, e quem investe em ciência e conhecimento de certa forma progride e quem deixa um pouco de lado a ciência acaba regredindo não desenvolve tecnologia não desenvolve pessoas mais ilustradas mesmo na capacidade simples de ler um texto ou escrever uma carta. Isso tudo é fruto do conhecimento, agora eu só queria destacar isso. No caso a função social da ciência no caso aqui de Marie está clara, é o seguinte, ela produziu toda a pesquisa sobre o rádio e urânio, que gerou problema de saúde nela, mas veja o resultado que claro que é o que o desenvolvimento de uma tecnologia capaz de curar, e aí vai pra medicina e inventa a radioterapia não é isso? Então veja que função social da ciência, a ciência tem essa função, então nenhum país de fato vai se desenvolver sem essa característica, sem a ciência.</p> <p>Outro tópico que a gente vai entrar é que existe uma definição muito clara do que é caracterizado como conhecimento científico e aquilo que é meramente opinião que você constrói de maneira demonstrativa. Só a ciência de fato consegue ter um resultado social preciso né, então eu penso que a ciência tem uma função social e importante para ser exercida na comunidade política.</p>
148	P02: O que vocês acham a respeito disso? Vocês podem dar exemplo ou contra exemplo disso?
149	A16: Foi numa aula de física eu acho, ele até deu um exemplo da França na época de Napoleão os caras construíram a questão do canhão, e isso foi a ciência e resultou em um poder.
150	P02: A tecnologia como sendo um elemento a mais de empoderamento.
151	A16: Foi a ciência que deu esse poder, por conta da grande safra de cientista que surgiu.
152	P02: E esse grande poder também fez com que a ciência dominasse as colônias, impusesse sua cultura.
153	P01: Nós estávamos pensando sobre a função social da ciência, mas se a gente pensar um pouquinho, será que ela só traz benefícios?
154	A01: Não!
155	P01: Pois é! A gente viu que a descoberta da radioatividade foi excelente nesse sentido, vendo a função social de Marie, sabemos que a radioatividade hoje também é utilizada como fonte de energia, a radioatividade também é utilizada na agricultura, mas nós sabemos que a radioatividade é usada também em bombas nucleares. Que tem um poder devastador. Sabemos que a radioatividade pode trazer grandes benefícios, mas também a maneira com que ela é usada pode apresentar uma característica negativa a ciência. No caso que vocês citaram a ciência foi usada como fonte de poder. Então, depende muito de como esse conhecimento científico é utilizado. (...) E quem tem acesso a esse conhecimento a própria comunidade científica, então existem interesses dentro da própria comunidade. (...)

O professor P03 advoga a favor de que a ciência é produzida com interesses sociais claros, e que a sociedade só se desenvolve através do desenvolvimento científico, de modo que a sociedade influencia e é influenciada por este conhecimento. A professora P02 solicita que os alunos se posicionem diante a fala do professor, no turno 149 o aluno A16 exemplifica que a ciência também pode ser desenvolvida para o empoderamento de um determinado país “Foi numa aula de física eu acho, ele até deu um exemplo da França na época de Napoleão os caras construíram a questão do canhão, e isso foi a ciência e resultou em um poder.”

Notamos através da fala do aluno uma visão crítica de ciência, mostrando um avanço na concepção de ciência sempre promotora de um bem estar social, tal exemplo utilizado pelo aluno mostra que a ciência permeia outros interesses e pode ser usada como fonte de poder, de modo a impor sua cultura e sua soberania.

Ciência e outras formas de conhecimento

A professora fomenta a discussão indagando os alunos sobre o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento, as discussões estão apresentadas no quadro abaixo.

Quadro 31: Trecho 10 da transcrição do Episódio 04 (Encontro 06)

Turno de fala	Episódio 04 - Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
155	P01: (...) A última questão diz o seguinte: O que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento?
156	A01: Eu acho que o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento é porque ela é um conhecimento bem mais objetivo assim. Por exemplo comparar a ciência com a teologia, a teologia tem um caráter mais subjetivo do que a ciência, então essa é uma diferença, acho que a presença da comunidade científica também e tem outras características aí.
157	P01: Vocês gente aí do fundo.
158	A03: A ciência não é achismo.
159	A11: Porque a ciência comprova através de experimentos.
160	P02: Mas no dia a dia as pessoas não comprovam através de experimentos também não?
161	A13: É isso que eu tô em conflito o que seriam essas outras formas de conhecimento?
162	P02: Os saberes populares por exemplo. As pessoas sabem que muitas vezes, as bisavós muitas vezes não foram para a escola e sabem que aquele chá é bom pra dor de cabeça, é bom pra tirar pedra nos rins é bom pra problemas digestivos, elas não aprenderam isso na escola.
163	A03: Isso é achismo não tem como comprovar isso.
164	A02: Mas só os cientistas comprovam as coisas, tipo não comprovam 100%, porque tudo ainda está em desenvolvimento. Então, como nossas avós sabem pra que chá serve pra cada coisa porque elas desenvolveram os pais e antepassados delas fora desenvolvendo e aquilo foi se confirmando até os dias de hoje.
165	A16: Mas isso foi se comprovando empiricamente.
166	P02: O que quer dizer empiricamente?
167	A16: Através de experiência.
168	P02: Mas na ciência não tem experiência também? Mas qual a diferença?
169	A16: Eles pegam de forma aleatória lá pega a folha faz o chá, aí passa. Viram que aquele chá serve pra aquilo, tipo não teve uma comprovação científica. Eles não comprovaram cientificamente como age, escolheram a folha aleatoriamente.
170	A11: Professora, eu fico muito bugada em relação a isso, porque nem toda ciência é um conhecimento empírico porque a filosofia é uma ciência, mas não é comprovada através de experimentos.
171	A02: A filosofia comprova com a sociedade.
172	P02: Filosofia é ciência?
173	Alunos: Sim!
174	A03: Filosofia, história, geografia é tudo ciência.
175	A05: Assim, se filosofia, história e geografia são ciências então assim, a ciência está interligada com descobertas?
176	P02: A ciência envolve descoberta, isso que ela perguntou?

177	A05: Toda área todo mundo considera ciência, porque pra ter ciência você tem que descobrir.
178	A07: Mas história você não descobre, acontece.
179	P02: Na história acontece, na química também acontece, na biologia também acontece, a chuva está caindo, o fenômeno acontece. Agora o que é a ciência diante disso?
180	A03: Ela vai procurar a razão pra explicar o acontecido e vai tentar provar pelo método científico que isso aconteceu.
181	P02: Existe um método científico?
182	Alunos: Existe.
183	P02: Um método científico único?
184	A05: Não, existem vários.
185	P02: Então é correto fala o método?
186	Alunos: Não, são os métodos.
187	A02: Agora como dizer se todos os métodos usados por todos os cientistas são métodos científicos.
188	P02: Quem determina isso?
189	Alunos: A comunidade científica.
190	A02: A comunidade científica que exerce o método científico, e como eles vão dizer que isso é o método científico?
191	P02: Quem poderia dizer? Se não for a comunidade científica? Quem poderia dizer isso?
192	A02: Não tem tipo, um ser supremo que determine isso é método científico e isso é método teste de panela. Métodos que não são aceito pelas pessoas porque não foi feito a partir do método científico. Eu acho errado você desvalorizar as pessoas que não são pra isso, desvalorizar o que elas descobrem porque não surgiu a partir de um método científico.

De acordo com A01 no turno o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento é a objetividade do fazer científico.

A01: Eu acho que o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento é porque ela é um conhecimento bem mais objetivo assim. Por exemplo comparar a ciência com a teologia, a teologia tem um caráter mais subjetivo do que a ciência, então essa é uma diferença, acho que a presença da comunidade científica também e tem outras características aí.

A aluna A03 acrescenta que ciência não é achismo, a aluna A02 advoga a favor de que só os cientistas comprovam e validam o conhecimento, ressaltando que essa comprovação pode ser momentânea já que a ciência está em constante desenvolvimento como apresentado no turno 164.

A02: Mas só os cientistas comprovam as coisas, tipo não comprovam 100%, porque tudo ainda está em desenvolvimento. Então, como nossas avós sabem pra que chá serve pra cada coisa porque elas desenvolveram os pais e antepassados delas fora desenvolvendo e aquilo foi se confirmando até os dias de hoje.

A aluna A02 apresenta uma evolução em direção de romper com a ideia de verdade absoluta da ciência, pois a aluna considera que a ciência é um processo de construção e tende a sofrer modificações.

O Aluno A16 afirma que a comprovação científica ocorre empiricamente, ao ser indagado pela professora sobre outras formas de conhecimento que também se utilizam de experimentos o aluno afirma que a ciência tem mais precisão em seus resultados por utilizar-se de análises mais minuciosas.

Os alunos comparam a ciência a outras formas de conhecimento como a filosofia e alguns acreditam que a filosofia, história e geografia, por exemplo, também são considerados ciência como descrito no turno 174 pela aluna A03.

A professora P02 busca a compreensão acerca da concepção dos alunos sobre ciência diante desta afirmativa, como resposta a tal questão os alunos diferenciam a ciência pela utilização do método científico, como mostrado no turno 180 pela aluna A03 “Ela vai procurar a razão pra explicar o acontecido e vai tentar provar pelo método científico que isso aconteceu.” A ideia de método científico é retomada e a professora busca romper com a ideia de método único, afirmando que não é correto acreditar que exista um método único, linear e infalível.

Outro ponto destacado pela aluna A02 é relacionado a ideia salvacionista de ciência.

A02: Não tem tipo um ser supremo que determine isso é método científico e isso é método teste de panela. Método que não são aceito pelas pessoas porque não foi feito a partir do método científico. Eu acho errado você desvalorizar as pessoas que não são pra isso, desvalorizar o que ela descobrem por que não surgiu a partir de um método científico.

Na fala, A02 considera importante valorizar conhecimentos que não são científicos, assim ele percebe a ciência como sendo mais uma forma de interpretar o mundo e não a única forma. Compreender o valor dos outros conhecimentos é um avanço na compreensão da ciência e de seus limites quanto a produção de conhecimento, desmitificando a ideia salvacionista de ciência.

É possível identificar durante o desenvolvimento da SEA contribuições significativas no que se refere à melhoria da percepção dos alunos acerca da Natureza da Ciência. Claro que há de se considerar que nem todas as dúvidas foram sanadas e nem todos os alunos conseguiram apresentar evolução na sua concepção sobre esse tema, deste modo podemos identificar alguns pontos de estagnação o que já era previsto na análise.

Quando nos voltamos a compreender quais avanços foram feitos em direção a uma melhor percepção da Natureza da Ciência identificamos que os alunos percebem que na ciência o conhecimento é elaborado de forma sistemática. Como um planejamento, o conhecimento não ocorre aleatoriamente e isso a diferencia de outras formas de outras formas de conhecimento. Assim a ciência se desenvolve em função da produção de

conhecimento, isso ocorre através das descobertas, que não é caracterizada como o fenômeno em si, mas as explicações, os conhecimentos produzidos para dar sentido aos fenômenos, sem esquecer que é a comunidade científica quem legitima os métodos utilizados.

5.6.2 Questionário Avaliativo

Após as discussões sobre o texto “*O cientista por trás da descoberta*” os alunos receberam um questionário avaliativo contendo 10 questões. Todavia, para essa análise selecionamos as questões 05 e 10, com o intuito de perceber as contribuições da aplicação da SEA para a construção dos conceitos de radiação, radioatividade e raios X.

A questão 05: “O que você entende por radiação?” teve como objetivo analisar a concepção dos alunos sobre radiação após a aplicação da SEA. Os dados foram analisados de acordo com a ATD gerando as categorias apresentadas abaixo.

Tabela 19: Categoria relacionadas a questão 05: “O que você entende por radiação?”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de significado	Frequência
Emissão e/ou propagação	Radiação como emissão e/ou propagação de energia.	“Emissão de energia por meio de onda” “Propagação de energia de um ponto a outro”	10 alunos
Ondas	Radiação como tipos de ondas.	“É um tipo de onda, fenômeno natural” “Radiação são ondas que podem ou não serem ionizantes e que podem ser classificadas também como eletromagnética, raio-X e radioatividade.	03 alunos
Efeitos/Malefícios	Relação da radiação com os efeitos e malefícios	“Que é algo que acontece e pode fazer mal na maioria das vezes” “Material que gera medo pelo efeito que causa”	02 alunos

A Tabela 19 é composta por 03 categorias, são elas: *Emissão e/ou propagação*, *Ondas*, *Efeitos/Malefícios*. Na categoria *Emissão e/ou propagação* são identificadas as unidades de significados que associam a radiação a emissão ou propagação de energia, essa propagação pode ocorrer através da emissão de ondas. A categoria *Ondas*, foi originada pelas unidades de significado que consideram a radiação como ondas. A categoria *Efeitos/Malefícios* é caracteriza-se pelas unidades de significado que relacionam a radioatividade aos efeitos e malefícios.

Essa questão foi escolhida para análise pois através dela podemos observar as contribuições da SEA em torno da estruturação do conceito de radiação. Para tanto

traçamos um comparativo das respostas dos alunos neste momento para as apresentadas no questionário de Concepções-Prévias.

Assim, percebemos um avanço positivo na caracterização da radiação como a emissão e propagação de energia, pois essa concepção aproxima-se da apresentada por Ciscato e Pereira (2012), no questionário de concepções-prévias, 03 alunos conseguiram perceber essa característica, neste questionário dos 16 presentes, 10 apresentaram essa concepção.

Houve um aumento na percepção da radiação como onda, todavia essa ideia ainda não considera o caráter corpuscular da radiação, e apenas 02 alunos relacionaram a radiação com efeitos ou malefícios, uma redução em relação a apresentadas no questionário de Concepções-Prévias onde 06 alunos realizaram associações similares. Outro ponto que gostaríamos de destacar é que nesse momento a maioria dos alunos buscou apresentar uma elaboração conceitual em torno do conceito de radiação, diferentemente do observado no questionário de Concepções-Prévias onde alguns dos alunos por não conseguirem formular o conceito citavam apenas exemplos.

A questão 10 “Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como raios X e o fenômeno da radioatividade?” esta questão teve o objetivo de identificar na fala dos alunos suas percepções sobre esses fenômenos evidenciando suas similaridades e diferenças. Os dados foram analisados de acordo com a ATD gerando as categorias apresentadas abaixo. Para melhor compreensão dos dados foram construídas duas tabelas que estão apresentadas a seguir, uma relaciona as características apresentadas pelos alunos para os raios X e a outra relaciona as características apresentadas pelos alunos para a radioatividade.

Tabela 20: Categorias relacionadas aos raios X, oriundas da análise da questão 10: “Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como raios X e o fenômeno da radioatividade?”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de significado	Frequência
Emissão de energia	Raios X definido como a emissão de energia.	“Os raios X vão emitir luz e energia dependendo de uma temperatura”	06 alunos
Produzido por raios catódicos	Raios X são produzido pelos raios catódicos	“Raios X é um tipo único de radiação que é produzida, a partir de raios catódicos”	01 aluno
Benefícios	Os benefícios dos raios X	“Raios X serve para nos ajudar a descobrir alguma doença ou coisa do tipo”	01 aluno
Fenômeno artificial	Raios X definido como fenômeno artificial	“Que os raios X é algo feito por alguém” “[...] e a outra por uma forma artificial (Raios X)”	02 alunos
Não	Não apresentaram	-	05 alunos

respondeu	resposta a essa questão		
-----------	-------------------------	--	--

Na Tabela 20 são apresentadas 05 categorias, são elas: *Emissão de energia*, *Produzido por raios catódicos*, *Benefícios*, *Fenômeno artificial*, *Não respondeu*. A categoria *Emissão de energia* caracteriza-se pelas unidades de significado que consideram os raios X pela emissão de energia. A categoria *Produzido por raios catódicos* caracteriza-se pela unidade de significados que considera o raios X como produzido pelos raios catódicos. A categoria *Benefícios* caracteriza-se pela unidade de significado que relaciona os raios X a seu benefícios. A categoria *Fenômeno artificial* caracteriza-se pela unidade de significado que caracterizam os raios X como fenômeno artificial. E a categoria *Não responder*, considera os alunos que não apresentaram resposta a essa questão.

Para análise desse dados buscamos realizar uma comparação com o questionário de Concepções-Prévias para identificar se houve evolução quanto aos conceito de raios X. Nos dados apresentados neste questionário percebemos que os alunos relacionam os raios X a emissão de energia o que mostra uma evolução na compreensão desse fenômeno, e citem também a luz, esse fato pode ser justificado pois os alunos tomaram como base o experimento realizado por Roentgen que na produção dos raios X causam uma luminosidade no fundo da ampola estudada por ele. Todavia os alunos apresentam uma visão distorcida da produção dos raios X quando afirmam que é necessário uma temperatura específica para que este fenômeno ocorra.

Outra característica apresentada pelos alunos relaciona-se também aos experimento realizado por Roentgen onde a produção dos raios X caracterizava-se pela colisão dos raios catódicos (feixe de elétrons) com a parede do tudo, essa colisão gerava uma luminosidade no local além da produção dos raios X. Perceba como o momento histórico possibilitou a construção dessas ideias.

Entender que os raios X é um fenômeno artificial, ou seja, não encontrado na natureza, pois ele é produzido pelo homem também é fundamental na compreensão do próprio fenômeno. Essas características não apareceram no questionário de Concepções-Prévias. Os benefícios dos raios X principalmente sua função na medicina, também foram citados, todavia, nesse questionário com uma incidência menor que no questionário de Concepções-Prévias. Onde passou de 07 para 01 aluno o qual citou essa característica. Um fato importante a ser apontado é que na resposta dos alunos não aparecem confusões entre os conceitos, pois os alunos já conseguem perceber que raios X e radioatividade se tratam de fenômenos diferentes.

Tabela 21: Categorias relacionadas a radioatividade, oriundas da análise da questão 10:
“Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como raios X e o fenômeno da radioatividade?”

Categoria	Descrição da categoria	Unidade de significado	Frequência
Emissão de energia e/ou partículas	Radioatividade definida pela emissão de energia ou partículas.	“Radioatividade é a emissão de energia por átomos” “[...]radioatividade emite por partículas [...]”	06 alunos
Reações Nucleares	Radioatividade definida como a produção de reações nucleares	“Radioatividade é a radiação produzida por reações nucleares”	01 aluno
Fenômeno natural	Radioatividade descrita como fenômeno natural	“[...] Já a radioatividade é um fenômeno natural” “[...] e a radioatividade é algo natural.”	03 alunos
Não respondeu	Não apresentaram resposta	-	05 alunos

A Tabela 21 é composta por 04 categorias, são elas: *Emissão de energia e/ou partículas*, *Reações Nucleares*, *Fenômeno natural*, *Não respondeu*. A categoria *Emissão de energia e/ou partículas*, caracteriza-se pelas unidades de significado que consideram os radioatividade pela emissão de energia ou partículas. A categoria *Reações Nucleares*, caracteriza-se pela unidade de significados que considera o radioatividade com reações nucleares. A categoria *Fenômeno natural*, caracteriza-se pelas unidades de significado que relacionam a radioatividade como fenômeno natural. A categoria *Não respondeu*, corresponde aos alunos que não apresentaram resposta a essa questão.

Através das análises das repostas dos alunos assim com o comparativo com o questionário de Concepções-Prévias, pudemos perceber que houve um aumento na incidência das respostas que consideram a radioatividade a emissão de energia ou partículas, que passaram de 01 no questionário de Concepções-Prévias, para 06 nesse questionário. Percebemos também que os alunos afirmam que a radioatividade é um fenômeno natural, todavia desconsideram a produção desse fenômeno artificialmente.

Vale destacar também que neste questionário não foram identificadas respostas confusas, o que podemos interpretar que o desenvolvimento da SEA possibilitou a melhor estruturação das ideias dos alunos relacionados a esses conceitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O trabalho que apresentamos teve por objetivo analisar o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem elaborada na perspectiva da História e Filosofia da Ciência e suas contribuições para a percepção dos alunos sobre a Natureza da Ciência e elaboração conceitual em torno do tema radioatividade. A análise da SEA possibilitou perceber as contribuições da Abordagem Contextual na construção de conhecimento, auxiliado pelas estratégias utilizadas pela professora.

Através da análise dos dados podemos perceber o desenvolvimento das ideias dos alunos a partir das interações presentes durante os encontros. Os dados foram coletados pelas gravações em vídeo e através de questionários. Foi possível identificar os aspectos relativos à Natureza da Ciência em que houve evolução na percepção dos alunos, bem como aqueles em que houveram estagnação.

Os dados mostraram que as interações proporcionadas pela abordagem do episódio da descoberta dos raios X e da descoberta da radioatividade, foram fundamentais por possibilitar uma elaboração conceitual acerca de aspectos fundamentais da Natureza da Ciência. Os dados também possibilitaram a compreensão dos próprios fenômenos envolvidos. Essa evolução ficou evidente na análise sequencial dos encontros. Destacando também os momentos de estagnação.

No primeiro encontro foram identificados nas falas dos alunos aspectos característicos da Natureza da Ciência, tais como: A ciência se faz através de descobertas; A ciência tem uma natureza empírica; A ciência utiliza-se de um método científico único; A ciência se desenvolve com o intuito de promover o bem-estar social; A ciência promove o desenvolvimento tecnológico. Neste momento inicial, observemos que a ideia de ciência aparece de forma ingênua na percepção dos alunos, o que se expressa nos seguintes aspectos: a concepção de um método científico único, compostos por etapas rígidas as quais levam a verdades absolutas; a concepção de que a experimentação é capaz de validar o conhecimento científico; uma concepção salvacionista de ciência, a qual necessariamente leva a um bem estar social, tendo-se em vista a tecnologia que disponibiliza.

No segundo encontro, em que foi discutido o texto “Descoberta dos raios X” as características relacionadas à Natureza da Ciência apresentadas inicialmente pelos alunos começaram a passar por um processo de evolução, o qual foi ocorrendo gradativamente de acordo com as discussões. Inicialmente verificamos concepções ingênuas, as quais destacamos a seguir:

A descoberta caracteriza-se como acontecimento ao acaso, o que corresponde a uma percepção ingênua sobre tal aspecto constitutivo da ciência. De acordo com Martins (1990), a descoberta está relacionada à elaboração conceitual para o fenômeno configurado pelo pesquisador. A ciência, por sua vez, é caracterizada como o estudo dos fenômenos da natureza. Desconsidera-se aí, que a ciência constrói e reconstrói fenômenos, sobretudo por meio de aparatos tecnológicos, de modo que muitos fenômenos estudados têm existência apenas em laboratórios. A ciência é vista, ainda, como produtora de verdades absolutas. Os alunos consideram que só através da ciência consegue-se chegar a um conhecimento verdadeiro, o que corresponde à mitificação da ciência.

Em um segundo momento podemos perceber que novas ideias aparecem e ideias anteriores são reelaboradas, evidenciando-se um complexo movimento discursivo que não ocorreu linearmente ao longo da sequência de aulas. Ao contrário, a análise evidenciou que alguns aspectos relativos à Natureza da Ciência avançavam enquanto outros permaneciam, mas os avanços percebidos em um determinado encontro, mostravam em encontros posteriores suas facetas de estereótipos sobre a ciência.

Nesse segundo encontro, o método científico começa a ser percebido considerando-se a maleabilidade de suas etapas; todavia, a ideia de que esse método é capaz de proporcionar o alcance de verdades finais ainda permanece. A ideia de verdades científicas absolutas começa a ser desconstruída, pois os alunos passam a compreender que as verdades mudam de acordo com o contexto tanto mais imediato, quanto com o contexto sócio histórico, mas amplo. A ideia de planejamento opondo-se ao método científico também é apresentada, levando em consideração, nesse processo, que o ato de planejar não necessariamente levar a uma verdade, pois os planejamentos podem ser falíveis. Neste momento também é possível ser observado que passa-se a perceber a presença de uma comunidade científica, representando uma ruptura com a ideia de um pesquisador que atua isoladamente em seu laboratório.

No terceiro encontro podemos perceber uma evolução no que diz respeito ao conceito de descoberta, pois os alunos partem da ideia de acontecimentos ao acaso, como visto no encontro anterior e direciona-se a percepção de que descoberta é o processo de elaboração conceitual sobre o fenômeno, como também um processo de construção coletiva.

No quarto encontro podemos perceber que houve a reestruturação de algumas ideias, indicando um avanço nesse sentido; por exemplo, a comunidade científica começa a ser vista como uma comunidade que desenvolve um trabalho coletivo, em que os pesquisadores estão unidos por objetivos em comum, ressaltando-se que podem haver

discordâncias entre as ideias dos cientistas. Contudo, a ideia de método científico que chega a verdades ainda prevalece o representa um ponto de estagnação. A ideia de método científico tem sido disseminada em livros didáticos de ciências como visto por Vidal e Porto (2012) e Farías, Molina e Castelló (2013) o que concebeu a esse termo uma certa “força” o que dificulta a ruptura dessa concepção, tornando-se assim um obstáculo epistemológico no caminho a compreensão da Natureza da Ciência.

Outro ponto a ser destacado é a ideia de descoberta, a qual é acrescida da compreensão de que esta surge a partir de dúvidas, o que evidencia que os alunos passam a considerar os processos reflexivos presentes no desenvolvimento de uma descoberta. Nesse sentido, eles avançam em relação à concepção de descoberta como algo simples, que se dá ao acaso em determinada hora e lugar específico. Além desse aspecto, a discussão sobre descoberta possibilitou a extrapolação da discussão sobre a ciência em si mesma para relacioná-la a outros campos e tipos de conhecimento, a exemplo dos contrapontos que foram estabelecidos entre ciência e filosofia, na busca de estabelecer relações, convergências e divergências entre essas áreas de conhecimento. Assim, as discussões proporcionadas possibilitaram reflexões buscando compreender o que caracteriza a construção do conhecimento científico em relação a outros conhecimentos.

No encontro cinco podemos observar um avanço nas concepções acerca da Natureza da Ciência considerando-se que: A ciência é caracterizada como processo de construção de conhecimento, a ciência preocupa-se com critérios de validação dos conhecimentos e a ciência não é capaz de controlar tudo, responsabilizando-se pelo uso de suas descobertas e bem estar da sociedade. As ideias apresentadas expressam um avanço em direção à ruptura com a percepção salvacionista de ciência. Todavia, percebe-se estagnação na ideia de que o que valida o conhecimento científico é o experimento, desconsiderando a ideia que a validação do conhecimento é papel da comunidade científica.

No encontro seis são apresentados alguns aspectos da Natureza da Ciência, os quais levaram em consideração que a ciência influencia e é influenciada por esferas sociais econômicas e políticas. Esse aspecto pode ser percebido em discussões de encontros anteriores, todavia a consolidação dessa ideia ocorreu neste último encontro. Assim, as ideias levaram em consideração a percepção da comunidade científica como capaz de validar o conhecimento científico. O cientista passa a ser percebido como sujeito sócio-histórico, sendo assim movido também por interesses pessoais e sociais que estão interligados a ideais e sua percepção de mundo. Neste encontro, pode ser discutido também concepções que colaboram para uma ruptura da concepção masculina de ciência, além da valorização de outras formas de conhecimento.

Concluimos que a estrutura da SEA, incluindo o seu material didático, bem como a forma com que foi abordada pela professora possibilitaram uma evolução conceitual tanto nas concepções da Natureza da Ciência como no próprio conceito de radiação, raios X e radioatividade, como podemos observar através das discussões e do comparativo entre às respostas presentes nos questionários. Os dados mostram que os estudantes estão aprendendo quando assumem o novo conhecimento em discussões, relacionam o conhecimento com o contexto e com o cotidiano, expressam a apropriação e construção e novas ideias em linguagem química adequada, explicam o conteúdo para o professor e para os colegas, resolvem situações, respondem a perguntas adequadamente e demonstram que estão interessados e satisfeitos em aprender.

Como sugestões para pesquisas futuras, apontamos a reestruturação da Sequência de Ensino-Aprendizagem, buscando estratégias mais eficazes que sejam capazes de promover rupturas em concepções que estão impregnadas nas ideias dos alunos e que se tornam obstáculos epistemológicos na compreensão da Natureza da Ciência, como por exemplo, a ideia de método científico. Destacamos os cuidados a serem tomados durante a construção e aplicação do material, buscando sempre compreender a realidade do aluno, adequando as aulas de acordo com a realidade da sala de aula e mantendo a vigilância epistemológica com o intuito de evitar a disseminação e sedimentação de concepções errôneas acerca da ciência.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. **Collective decision making in the social context of science**. Science Education, v. 69, n. 4, 1985.
- _____. **Science-technology-society Science education development: from curriculum policy to student learning**. In: Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT- Alfabetização em Ciência e Tecnologia. 1990.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.
- ALLCHIN, D. Scientific Myth-Conceptions. **Wiley Periodicals**, Inc. Sci. Ed. 87, p. 329– 351, 2003.
- ANDRÉ, A. Avaliação revela impacto de um programa de formação de professores. **Aval. pol. públ. Educ.** Vol. 16, n. 58, p. 149-168, 2008.
- BERTERO, C. O. Formação da comunidade científica no Brasil. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 19, n. 3, 1979.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.
- BROWN. H. I. **Perception, theory and commitment: the new philosophy of science**. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1977.
- CACHAPUZ, A et. al. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **Química Nova na Escola**. n. 02, p. 19-22, 1995.
- CISCATO, C. A. M; PEREIRA, L.F. **Planeta Química**. São Paulo: Editora Ática, 2012
- COBERN, W. W; LOVING, C. C. Defining “Science” in a Multicultural World: Implications for Science Education. **John Wiley & Sons, Inc. Sci.** Ed. 85, p.50–67, 2001.
- COIMBRA, D; GODOI, N; MASCARENHAS, Y. P. Educação de jovens e adultos: uma abordagem transdisciplinar para o conceito de energia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 08, n. 02, p. 628-647, 2009.
- DRIVER, R. et. al. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, n. 7, p. 5-12, 1994.
- FARÍAS, D. M; MOLINA, M. F; CASTELLÓ, J. Análisis Del Enfoque De Historia Y Filosofía De La Ciencia Em Libros De Texto De Química: E Caso De La Estructura Atómica. **Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 31, n. 01, p. 115-133, 2013.

FORATO, T. C. M; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula. **Caderno Brasileiro de Física**. Vol. 28, p. 27-59, 2011.

FREIRE JR., O. **A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciência**. In: SILVA FILHO, V. J. Epistemologia e ensino de ciências. Salvador: Arcádia, 2002.

FREIRE, C. C. **Argumentação e Explicação no Ensino de Ecologia**. (Dissertação apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.

GATTI, S. R. T; NARDI, R. **A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: A Pesquisa e suas Contribuições para a Prática Pedagógica em Sala de Aula**. São Paulo: Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda, 2016.

_____; NARDI, R.; SILVA, D. História da Ciência no Ensino de Física: Um Estudo Sobre o Ensino de Atração Gravitacional Desenvolvido com Futuros Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 15, n. 01, p. 7-59, 2010.

GIL-PÉREZ, D. et. al. Para uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

_____. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las ciencias**. Vol. 04, n. 2, p. 111-121, 1986.

GRINNELL, F. The scientific attitude. Boulder, CO: Westview, 1987.

HYGINO, C. B; SOUZA, N. S; LINHARES, M. P. Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 12, n. 1, p. 1-23, 2013.

JAPIASSU, H. F. **Introdução ao Pensamento Epistemológico**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

JESUS, W. S; LIMA, J. P. M. **Pesquisa em Ensino de Química I e II**. São Cristóvão: CESAD, 2012.

KAFAL, Y. B; GILLILAND-SWETLAND, A. J. The Use of Historical Materials in Elementary Science Classrooms. **John Wiley & Sons**, Inc. Sci Ed 85:349–367, 2001.

KELLY, G. J. **Inquiry, activity, and epistemic practice. Paper apresentado na Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda**. New Brunswick, NJ, 2005.

KOSMINSKY, L; GIORDAN, M. Visões Sobre Ciências e Sobre o Cientista Entre Estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. Vol. 15, p. 11-18, 2002.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5ª edição. São Paulo: Perspectiva, 1998.

_____. **Second Thoughts on Paradigms**. In F. Suppe (Ed.), *The Structure of Scientific Theories*. Urbana: University of Illinois Press. 1974.

_____. **The structure of scientific revolutions**. 2nd Edition, Chicago Uni. The University of Chicago Press, 1970.

LAKATOS. I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid: Alianza, 1989.

LATOUR, B. **Science in action: how to follow scientists and engineers through society**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

_____; WOOLGAR, S. **Laboratory life: the construction of scientific facts**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.

LONGINO, H. E. **Science as social knowledge: values and objectivity in science inquiry**. Princeton: Princeton University Press, 1990.

LUJÁN LÓPEZ, J. L. et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: TECNOS, 1996.

MACHADO, D. I; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 6, n. 01, p. 91-116, 2007.

MARQUES, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino**. Vol. 11, p.01-17, 2015.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 24, n. 1, p.112- 131, 2007.

MARTINS, L, A, P. A História da Ciência e o Ensino da Biologia. **Ciência e Ensino**. n. 05, p. 18-21, 1998.

MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Vol.7 (Número Especial), p. 27-45 , 1990.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Vol. 12, n. 3, p.164-214, 1995.

_____. **O tempo e o ensino de ciência: como o ensino de história e filosofia do movimento pendular pode contribuir para a alfabetização científica**. In: SILVA FILHO, W. J. *Epistemologia e Ensino de Ciências*. Salvador: Arcádia, 2002.

_____. Thomas Kuhn's Impact on Science Education: What Lessons Can Be Learned? **Wiley Periodicals, Inc. Sci. Ed.** 88, p. 90 – 118, 2004.

MEDEIROS, M. A; LOBATO, A. C. Contextualizando a Abordagem de Radiações no Ensino de Química. *Revista Ensaio*. Vol. 12, n.03, p. 65-84, 2010.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In: Boersma, K., Goedhart, M., Jong, O., Eijkelhof, H., (Org.), *Research and the quality of science education*. Paris, França. 2005.

MENEZES, A. M. **Sequência de Ensino-Aprendizagem no Processo de Formação Continuada: Contribuições e Reflexões de Professores em Exercício**. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Ensino de Ciências e Matemática) São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2016.

MILLAR, A. Experience and the Justification of Belief. **Ratio**, Vol. 02, n. 02, p. 138-152, 1989.

MILLER, J. D. **A Conceptual and Empirical Review. Daedalus: Scientific Literacy**. Vol. 112, n. 02, Spring, 1983.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**. Vol. 12, n.1, p. 117-128, 2006.

MORTIMER, E. F. Concepções Atomistas dos Estudantes. **Química Nova Na Escola**. n. 01, p.23-26, 1995.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 01, n. 01, p. 20- 39. 1996.

_____. et al. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007.

_____.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 07, n. 03, p. 283-306, 2002.

MOURA, A. M. **Educação Científica e Cidadania: abordagens teórica e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis**. Belo Horizonte: Pró-Reitoria de Extensão PROEX-UFMG, 2012.

NIAZ, M. Understanding Nature of Science as Progressive Transitions in Heuristic Principles. **John Wiley & Sons, Inc. Sci**. Ed. 85, p. 684 – 690, 2001.

OKI, M. C. M; MORADILLO, E. F. O Ensino de História da Química: Contribuindo para a Compreensão da Natureza da Ciência. **Ciência e Educação**. Vol. 14, n.1, p. 67-88, 2008.

OKUNO, E; YOSHIMURA, E. M. **Física das Radiações**. 1. ed. S. Paulo: Oficina de Textos, 2010.

ORTIZ, E; SILVA, M. R. O Uso de Abordagens da História da Ciência no Ensino de Biologia: Uma Proposta para Trabalhar a Participação da Cientista Rosalind Franklin na Construção do Modelo a Dupla Hélice do DNA. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 21, n. 1, p. 106-123, 2016.

PELICHIO, A. F. Irradiando Conhecimento: uma abordagem da radioatividade para o Ensino Médio. **Anais do 1º Congresso Paranaense de Educação em Química (1º CPEQUI)**. p. 01-09, 2009.

PESSOA Jr. O. Quando a abordagem Histórica deve ser usada no Ensino de Ciências? **Ciência & Ensino**. Vol. 01, p. 04-06, 1996.

PINHEIRO, E. M; KAKEHASHI, T. Y; ANGELO, M. O Uso de Filmagem em Pesquisas Qualitativas. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. Vol 13, n. 05, p. 717-722, 2005.

PINTO, G. T; MARQUES, D. M. Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano. **História da Ciência e Ensino**. Vol. 01, p. 27-57, 2010.

POPPER, K. R. **Lógica da pesquisa científica**. São Paulo: EDUSP, 1985.

REIS, N. A. **Abordagem Contextual no Âmbito do Processo Formativo do PIBID**. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017.

ROCHA, J. A; ALVES, T. C. G; LIMA, J. P. M. **Oficina Temática “Radiação e suas Aplicações”: Um Instrumento para o Ensino de Radiação**. In: Ação, Pesquisa e Reflexão nas atividades do PIBID/Química da Universidade Federal de Sergipe *campus* de São Cristóvão. São Paulo: Pedro e João Editora, 2017.

_____; LIMA, J. P. M. Estereótipos sobre a Química de alunos do ensino médio de uma escola pública do Estado de Sergipe **Scientia Plena**. Vol. 11, n. 06, p. 1-12, 2015.

ROSA, K; MARTINS, M. C. A Inserção de História e Filosofia da Ciência no Currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: Uma Visão de Professores Universitários. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 12, n. 03, p.321-337, 2007.

RUTHERFORD, F. J. Fostering the History of Science in American Science Education. **Science & Education**. Vol. 10, p. 569-580, 2001.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

_____. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. 4ª edição. Ijuí: Unijuí, 2014.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 2, n. 2, 2002.

SCHEID, M. N. J; FERRARI, N; DELIZOICOV, D. Concepções Sobre a Natureza da Ciência num Curso de Ciências Biológicas: Imagens que Dificultam a Educação Científica. Investigações em Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 12, n. 2, p.157-181, 2007.

SCOTT, J. Gênero: uma categoria útil para análise histórica. **SOS Corpo**. Recife, 1991.

SILVA, A. C. T. **Contribuições da Experimentação para a Evolução Conceitual no Ensino de Química**. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2000.

_____. **Estratégias Enunciativas em Salas de Aula de Química: Contrastando professores de estilos diferentes**. (Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SILVA, E. A. Evolução Histórica do Método Científico Desafios e Paradigmas para o Século XXI. **Econ. Pesq.** Vol. 03, n.03, p.109-118, 2001.

SILVA, G. T. S; SILVA, A. C. T. Discussões sobre a 'descoberta' do oxigênio. **Anais da 2ª FEBRAT**, Belo Horizonte, p. 303-310, 2014.

SILVA, M, R. Ensino de ciências: realismo, antirrealismo e a construção do conceito de oxigênio. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos** (Impresso). Vol. 20, p. 481-497, 2013.

SILVA, S. F; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, vol.25, no.6b, 2002

SOUSA, R. S; GALIAZZI, M. C. Compreensão Acerca da Hermenêutica da Análise Textual Discursiva. **Contexto & Educação**. n. 100, p. 33-55, 2016.

SOUZA, V. C. A; JUSTI, R. Diálogos possíveis entre o ensino fundamentado em modelagem e a História da Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 11, n. 02, p. 385-405, 2012.

STAKE, R. E. **The art of case study research**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1995.

STEWART, J; RUDOLPH, J. L. Considering the nature of scientific problems when designing science curricula. **Science Education**. Vol. 85, p. 207–222, 2001.

TAVARES, L. H. W. Os tipos de abordagem histórica no ensino: Algumas possibilidades encontradas na literatura. **História da Ciência e Ensino**. Vol. 02, p. 14-24, 2010.

TEIXEIRA, E. S; FREIRE Jr. O; EL-HANI, C. N. A Influência de Uma Abordagem Contextual Sobre as Concepções Acerca da Natureza da Ciência de Estudantes de Física. **Ciência & Educação**. Vol. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

_____; GRECA, I. M; FREIRE Jr. O. La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y la filosofía de la ciencia: una propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación. **Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 33.1, p. 205-223, 2015.

TENÓRIO, A et.al. Análise de conteúdos de física nuclear em livros escolares brasileiros. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 14, n. 02, p. 175-199, 2015.

VASCONCELOS, F. C. G. C. LEÃO, M. B. C. Utilização de Recursos Audiovisuais em uma Estratégia *Flexquest* Sobre Radioatividade. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 17, n. 01, p. 37-58, 2012.

VIDAL, P. H. O; PORTO, P. A. A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**. Vol. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

VITAL, A; GUERRA, A. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. **Ciência & Educação**. Vol. 22, n. 2, p. 351-370, 2016.

ZEIDLER, D. L. Curly in exhibitions: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socio-Scientific Dilemmas. **Inc. Sci**. Ed. 86, p. 343-367, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE 01: Questionário Socioeconômico

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Caro aluno, o questionário abaixo será utilizado para traçar seu perfil, através dele desejamos obter informações que auxiliarão na interpretação dos dados desta pesquisa. Portanto desejamos que seja claro e honesto nas respostas. Não precisa identificar-se.

QUESTIONÁRIO

1- DADOS PESSOAIS

1.1- Sexo: () Feminino () Masculino

1.2- Idade: _____

1.3- Data de nascimento: _____

1.4- Naturalidade: _____

1.5- Trabalha? () Sim () Não. Em caso afirmativo: Que tipo de atividade você faz?
_____. Quantas horas você trabalha por dia? () até 5

h. () entre 5 e 8 h. () Mais de 8 h. Outra carga horária: _____.

1.6- Quanto (s) irmão (s) você tem?

1.7- Quem são as pessoas (adultos, jovens e crianças) que moram com você?

GRAU DE PARENTESCO OU RELACIONAMENTO	PROFISSÃO OU OCUPAÇÃO PRINCIPAL	GRAU DE INSTRUÇÃO	IDADE

Para preencher a coluna 3 considere a relação a seguir.

1 – Nunca frequentou a escola
completo

2 – Ensino fundamental (1ª a 8ª série) incompleto

3 – Ensino fundamental (1ª a 8ª série) completo

5 – Ensino médio (2º grau)

6 – Superior

7 – Pós – graduação

4 – Ensino médio (2º grau) incompleto.

Caso seu pai, sua mãe e/ou algum irmão não estejam inseridos na tabela acima, preencha a tabela que segue:

GRAU DE PARENTESCO OU RELACIONAMENTO	PROFISSÃO OU OCUPAÇÃO PRINCIPAL	GRAU DE INSTRUÇÃO	IDADE

1.8- Numere, por ordem de preferência, as atividades para as quais você dedica mais tempo, quando não está na escola, na época das aulas.

- | | | |
|--|------------------------------|---------------------------|
| () ver televisão, vídeo ou DVD
parques | () ir a clubes | () passear em praças e |
| () jogar videogame
amigos | () ir ao cinema | () brincar na rua com os |
| () navegar pela Internet | () ir à estádios de futebol | |
| () dormir | () ir ao teatro | () visitar amigos |
| () escutar música | () ir à igreja | () passear em shopping |
| () ler revistas | () ir a festas | center |
| () ler jornais | () ir a shows | () praticar esportes |
| () escrever | () ir à museus | () viajar |
| () estudar | () ir à barzinhos | () Outras: _____. |

1.9- - Numere, por ordem de preferência, as atividades para as quais você dedica mais tempo, quando está de férias.

- | | | |
|--|------------------------------|---------------------------|
| () ver televisão, vídeo ou DVD
parques | () ir a clubes | () passear em praças e |
| () jogar videogame | () ir ao cinema | () brincar na rua com os |
| () navegar pela Internet | () ir à estádios de futebol | amigos |
| () dormir. | () ir ao teatro | () visitar amigos |
| () escutar música | () ir à igreja | () passear em shopping |
| () ler revistas | () ir a festas | center |
| () ler jornais | () ir a shows | () praticar esportes |
| () escrever | () ir à museus | () viajar |

() estudar () ir à barzinhos () Outras: _____.

2- VIDA ESCOLAR

2.1 Há quanto tempo você estuda nessa escola? _____.

2.2 Que ano entrou no CODAP? _____

2.3 Quais colégios estudou antes do CODAP?

2.4 – Qual (is) a(s) disciplina(s) você mais gosta?

2.5 Você faz Iniciação Científica? () Sim () Não

2.6 Participa de grupos de estudos? () Sim () Não.

Se sim, quais? _____

2.7 - Você gosta de estudar química? () Sim () Não. Por quê?

2.8 - Que aspectos na forma do(a) professor(a) de química conduzir as aulas você considera mais positivos? Alguma sugestão a oferecer?

2.9 - Que critérios são necessários para que você seja bem sucedido na disciplina química (nas aulas, avaliações, etc). Você considera que esses critérios são iguais aos das outras disciplinas? Comente.

2.10 – O que mais lhe chamou a atenção na abordagem apresentada pela professora durante o desenvolvimento da Sequência de Ensino-Aprendizagem?

2.11 – Você considera que entender a história ajudou na compreensão do conceito de radioatividade e na classificação de Ciência? Por quê?

APÊNDICE 02: Mapas de Episódio

Mapa de episódio 01
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 01- Consiste na apresentação da Sequência de ensino e aprendizagem, identificação das concepções prévias dos alunos seguido da problematização que deu suporte para as discussões posteriormente.

Aula 02 - Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca do conceito de radiação, seguindo de sua classificação e tipos de radiações.

Aula 03 – Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca do conceito de ondas apresentados suas características específicas.

Tipo de conteúdo do discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ações dos participantes (Alunos e professora)	Intenções da professora	Categoria
Gestão	01. Organização da sala	Única	00:37 às 00:45			
	02. Apresentação da SEA		00:45 às 02:45			
	03. Acerto de horários		02:45 às 05:50			
	04. Explicação sobre a pesquisa		05:50 às 12:54			
Discurso de conteúdo científico	05. Aplicação do questionário de concepções-prévias	Única	12:54 às 28:53	A professora entregou o questionário para que os alunos pudessem expor suas ideias. Para isso ela deixou-os a vontade para refletir e responder às questões.	Explorar os pontos de vista dos alunos	
Gestão	06. Explicação sobre a pesquisa	Única	28:53 às 30:37	A explicação sobre a pesquisa foi retomada pela professora devido à chegada de novos alunos.		
	07. Acerto de horários	Única	30:37 às 31:56			

	08. Finalização da resolução do questionário		31:56 às 38:20	Neste momento os alunos tiveram mais alguns minutos para finalizar a resolução dos questionários antes de devolvê-los a professora.		
Discurso de conteúdo científico	09. Leitura das questões do questionário-prévio e discussão da questão problematizadora sobre o acidente radioativo com o Césio 137.	01- Leitura sobre as questões do questionário-prévio e questão problematizadora:	38:20 às 40:55	A leitura dessa questão foi realizada pela professora com o intuito de problematizar os conceitos que seriam construídos ao longo da SEA.	Criar um problema para favorecer o engajamento inicial dos estudantes na estória científica	
		02- Introdução do conceito de isótopos	40:55 às 42:48		Introduzir a estória científica	
		03- Acidente radioativo com Césio 137	42:48 às 45:21		Criar um problema	
		04- Importância da compreensão sobre radioatividade para entender o acidente com Césio 137	45:21 às 48:17			
		05- Tratamento recebido pelas pessoas que ficaram expostas a radiação emitida pelo Césio 137 e pelo lixo produzido.	48:17 às 50:21			
	10. Radiações	01- Introdução ao conceito de radiação.	50:21 às 1:00:50	O discurso pertence a professora a maior parte do tempo. Ela realiza a leitura das	Introduzir e desenvolver a estória científica	

				<p>respostas escritas pelos alunos no questionário de concepções prévias, abrindo espaço para que os alunos opinem acerca da resposta lida, deste modo a professora procura introduzir o conceito de radiação que está sendo trabalhado. Ainda neste momento a professora deixa os alunos a vontade para realizar anotações.</p>		
		<p>02- Classificação das radiações (eletromagnética, corpuscular e gravitacional).</p>	<p>1:00:50 às 1:18:55</p>	<p>O discurso pertence a professora a maior parte do tempo todavia os alunos sentem-se à vontade para expor suas dúvidas sobre alguns temas como, por exemplos, a utilização do forno micro-ondas. A professora utiliza as discussões apresentadas pelos alunos para fortalecer e esclarecer algumas ideias acerca da radiação e do tema proposto por eles.</p>		

		03 – Tipos de radiação ionizantes e não ionizantes).	1:18:55 às 1:32:01	A professora está de posse do discurso a maior parte do tempo, mas sempre abrindo espaço para os alunos apresentarem conhecimentos anteriores e fazer suas observações.	
		04 – Comprimento de onda	1:32:01 às 1:38:47		
		05- Frequência de onda.	1:38:47 às 1:48: 02		

Mapa de Episódio 02
Fonte de gravação em vídeo: Câmera Fixa
Aula que compõe o mapa

Aula 04 – Caracteriza-se pela leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos raios X

Tipo de conteúdo de discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ações dos participantes (Alunos e professora)	Intenções da professora	Categoria
Gestão	1. Organização da sala	Única	00:00 às 01:30			
	2. Explicação sobre a pesquisa		01:30 às 03:40			
Discurso de conteúdo científico	3. Conceito de radiação	01- Retomada dos conceitos de radiação, classificação das radiações, e os tipos de radiação (ionizante e não ionizante) e características das ondas: comprimento e frequência.	03:40 às 06:14		Manter a narrativa	
	4. Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos Raios X.	01- Entrega do texto sobre a descoberta dos raios X para realização de leitura inicial.	06:14 às 15:00	Os alunos receberam o textos e realizaram a leitura.	Explorar os pontos de vista dos alunos	
		02- Discussão sobre a compreensão dos alunos acerca do texto.	15:00 às 16:36	A professora solicita aos alunos que exponham as ideias construídas após a leitura do texto, deste modo abre espaço para interação e construção de		Descoberta: acontecimento acidental, ao acaso.

Discurso de conteúdo científico				conhecimento conjunta.		
		03- Funcionamento da ampola de Crookes. Natureza dos raios catódicos.	16:36 às 22:22	O discurso pertence a maior parte do tempo a professora que busca apresentar os conceitos de modo a fornecer suporte aos alunos para melhor estruturação e compreensão do tema trabalhado.	Introduzir e desenvolver a estória científica	
		04-Observações realizadas por Roentgen.	22:22 às 25:21	A professora ressalta as observações realizadas por Roentgen partindo de uma sequência de questionamentos sobre tais observações. Deste modo os alunos puderam expressar suas compreensões acerca do texto lido.		
		05- Conceito de hipótese.	25:21 às 26:35	A professora busca através de termos apresentados no texto o desenvolvimento do conceito de hipótese. Deste modo os alunos são instigados através de questionamentos realizados pela professora a expor suas ideias acerca desse conceito.	Explorar o ponto de vista dos alunos	Hipótese: uma das etapas que compõem o método científico

		06- Características da ciência	26:35 às 32:41	A professora instiga os alunos através de questionamentos a expor as concepções acerca do que eles compreendem sobre ciências e quais as suas características. Assim os alunos expõem suas ideias, as quais são listadas no quadro pela professora. As ideias dos alunos serviram como subsídios para as discussões realizadas pela professora sobre as características da ciência.	Explorar o ponto de vista dos alunos	Ciência: Promotora de bem estar social.
						Ciência: Estudo dos fenômenos da natureza.
						Método científico: método único composto por etapas sequenciais.
						Visão empírica de ciência
						Visão linear de ciência
		07- Desenvolvendo o conceito de hipótese.	32:51 às 39:29	A professora retoma o conceito de hipótese apresentado pelo alunos e apresenta uma definição cientificamente aceito dessa conceito.	Introduzir e desenvolver a estória científica.	
		08- Desenvolvendo as concepções sobre ciência.	39: 29 às 42:40	A professora assume o discurso de autoridade levando os alunos a refletirem acerca de algumas características da ciência.		Processo de construção humana e influenciada pela religião, cultura, política e economia.

					Introduzir e desenvolver a estória científica.	Processo de construção conjunta pela presença da comunidade científica.
		09- Características dos raios X.	42:40 às 45:52	A professora retoma os conceitos de comprimento e frequência de onda apresentando o espectro eletromagnético relacionando a algumas das características dos raios X.	Manter a narrativa	
		10- Rompendo com concepções estereotipadas de ciência.	45:52 às 55:04	A professora retoma a lista dos itens descritos pelos alunos que caracterizavam a ciências (descrita no episódio 05 desta sequência) para compreender melhor as concepções além de instigar os alunos através de questionamentos a reestruturar suas ideias, deste modo aproximando-as de uma compreensão	Guiar os estudantes no trabalho com as ideias científicas, dando suporte ao processo de internalização.	Método científico: relação com planejamento, o método pode ser flexível. Verdades científicas: verdades questionáveis ou provisórias. Relação Ciência e Tecnologia

				mais adequada de ciências.		
Gestão	5. Acerto de horários		55:04 às 56:07			
Intervalo			56:07 às 1:11:39			
Discurso de conteúdo científico	6. Conceito de Raio X	1- Desenvolvendo o conceito de raio X	1:11:39 às 1:19:50	A professora assume o discurso de autoridade apresentando o que caracteriza os raios X e como esse tipo de radiação é utilizada atualmente.	Introduzir a estória científica.	
	7. Questionário Pós-texto	1- Hipóteses de Roentgen	1:19:50 às 1:43:33	A professora entrega aos alunos um questionário pós- texto contendo três questões, depois aguarda alguns minutos para que os alunos possam responder e discutir com os colegas sobre as questões. Em seguida é solicitado pela professora que os alunos apresentem as ideias construídas através da resolução do questionário.	Guiar os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	
		2- Concepção de Ciência	1:43:33 às 1:44: 45			Método científico: planejamento
		3- Contribuição do raio X para medicina	1:44: 45 às 1:46:21			Presença de comunidade científica

Mapa de episódio 03
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 05 – Caracteriza-se pela leitura e discussão do texto sobre a descoberta da radioatividade.

Obs: Nesta aula houve a colaboração de duas professoras: A professora pesquisadora (P01) e a professora orientadora (P02). Todavia essa identificação será apresentada apenas nas transcrições dos episódios presentes no mapa.

Tipo de conteúdo de discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ações dos Participantes (Alunos e professoras)	Intensões da professora	Categorias
Gestão	1. Organização da sala	Única	00:00 às 03:05			
	2. Explicação da dinâmica da aula		03:05 às 05:47			
Discurso de conteúdo científico	3. Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da Radioatividade.	1- Entrega do texto sobre a descoberta da Radioatividade para realização de leitura inicial.	05:47 às 39:38	A professora realiza a entrega do texto sobre a descoberta da radioatividade e solicita que os alunos realizem a leitura e discutam entre si.		
		2- Discussão sobre a autoria da descoberta da radioatividade.	39:38 às 51:49	A professora instiga os alunos através de questionamentos a expor as concepções acerca de quem eles consideram o autor da descoberta da	Explorar o ponto de vista dos alunos.	Descoberta: Ser o pioneiro na visualização do fenômeno, sem necessariamente explicá-lo corretamente.

				radioatividade. Deste modo os alunos puderam expor suas opiniões apresentando também suas concepções sobre descoberta.		<div>Inexistência de descoberta: apenas atenção na observação do fenômeno.</div> <div>Descoberta: Ser capaz de observar, compreender e explicar o fenômeno de maneira coerente.</div> <div>Descoberta: Construção conjunta de pesquisadores.</div>
Discurso de conteúdo científico		3- Retomada dos experimentos de Crookes, Roentgen. Diferenciação entre os conceitos de fluorescência e fosforescência. E explicação do experimento de Becquerel.	51:49 às 1:11:50	A professora assume o discurso de autoridade para retomar e explicar os experimentos realizados por Crookes, Roentgen e Becquerel. Bem como as contribuições de Marie para a radioatividade.	Introduzir a estória científica	
		4- Contribuições de Marie Curie para a descoberta da radioatividade.	1:11:50 às 1:12:20			
		5- Introdução ao conceito de radioatividade. Introdução a diferenciação do conceito de raio X e radioatividade.	1:12:20 às 1: 17: 15	Através de questionamentos a professora busca compreender as concepções dos	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte	<div>Radioatividade: Fenômeno nuclear</div> <div>Raio X advindo da radioatividade.</div>

				<p>alunos sobre raio X e radioatividade após a discussão do texto.</p> <p>Deste modo ela buscar entender quais conceitos puderam ser compreendidos corretamente e quais ainda precisam ser melhorados.</p>	ao processo de internalização.	
Gestão	4. Acerto de horários		1:17: 15 às 1:20:35			
Discurso de conteúdo científico	5. Conceito de raios X e radioatividade.	1- Rompendo com as concepções errôneas de raios X e radioatividade.	1:20:35 às 1:25:37	<p>A professora assume o discurso de autoridade para conduzir os alunos a uma interpretação coerente sobre os fenômenos estudados.</p> <p>Deste modo destacando as características fundamentais dos mesmos.</p>	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	Radiação: emissão de energia.
						Radioatividade: fenômeno natural e nuclear.
						Raios X: Fenômeno produzido, fenômeno extranuclear.
	6. Conceito de descoberta	1- Retomada do conceito de descoberta	1:25:37 às 1:27:59	<p>A professora retoma a discussão acerca da descoberta da radioatividade dando oportunidade aos alunos para expressar suas ideias, deste modo verificando se houve mudanças das</p>	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	<p>Descoberta: Ser o pioneiro a estar diante do fenômeno, mesmo que este não explique-o corretamente.</p> <p>Descoberta: Perceber e explicar o</p>

				concepções ao longo da SEA.		fenômeno corretamente.
						Descoberta: Construção conjunta.
	7. Conceito de Ciência	1- Características do fazer científico	1:27:59 às 1:31:03	A professora retoma algumas características do fazer científico e da própria ciência, com o intuito que os alunos percebam características importantes que puderam ser exploradas com a leitura, compreensão e discussão do texto.	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	Ciência não é linear.*
						Ciência é uma construção conjunta.*
						Processos reflexivos da ciências.*
						Inexistência de método científico único.*

*Categoria construída através da fala da professora.

Mapa de Episódio 04
Fonte de gravação em vídeo: Câmera Móvel
Aula que compõe o mapa

Obs 01: Neste encontro foi retomada as discussões iniciadas da aula 05 acerca da descoberta da radioatividade.

Obs 02: Neste encontro foi iniciado algumas explicações sobre a aplicação da radioatividade na medicina referente a aula 07.

Aula 06 – Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca do conceito de radioatividade, seguido da definição das partículas alfa e beta e radiação gama, assim como os conceitos de fissão nuclear, fusão nuclear e tempo de meia vida.

Tipo de conteúdo de discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ações dos participantes (Professora e alunos)	Intenções da Professora	Categoria
Gestão	1. Organização da sala.	Única	00:00 às 00:20			
Discurso de conteúdo científico	1. Descoberta da radioatividade	1- Retomada da discussão sobre a descoberta da radioatividade.	00:20 às 08:20	A professora assume o discurso de autoridade e retoma alguns conceitos como: fluorescência e fosforescência. Além das interpretações de Becquerel para os experimentos que ele realizou com os sais de urânio.	Manter a narrativa	
	2. Conceito de radioatividade	1- Contribuições de Rutherford para interpretação do	08:20 às 13:44		Introduzindo e desenvolver a	

Discurso de conteúdo científico		fenômeno de radioatividade			estória científica	
		2- Entrega do questionário pós-texto, referente ao texto da aula 05.	13:44 às 41:40	A professora realizou a entrega do questionário referente ao texto sobre a descoberta da radioatividade (entregue na aula 05) e solicitou que os alunos realizassem discussões em grupo para a resolução do questionário.	Explorar o ponto de vista dos alunos.	
	3. Conceito de ciências	1- Características do fazer científico.	41:40 às 58:00	Após a resolução do questionário os alunos puderam expor suas opiniões seguindo a solicitação realizada pela professora. Em seguida a professora pontua no quadro as características citadas pelos alunos. Após pontuar as características	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	Elaboração de hipótese.
						Experimentação.
						Elaboração de teses, leis e teorias.
						Presença da comunidade científica.
						Discordâncias entre os cientistas.

Discurso de conteúdo científico				citadas pelos alunos, a professora reforça que a inexistência de um método científico único.		Premiações/Reconhecimento.
						Método científico.
	4. Raio X e Radioatividade	1- Influência da descoberta dos raios X na descoberta da radioatividade	58:00 às 1:00:00	Os alunos puderam expor suas ideias sobre as contribuições da descoberta dos raios X para radioatividade.	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	
		2- Diferenciação dos fenômenos raios X e radioatividade	1:00:00 às 1:01:35	A professora instigou os alunos a apresentarem suas concepções sobre os fenômenos estudados, mostrando as semelhanças e diferenças entre eles.		Radioatividade fenômeno natural. Raio X: Fenômeno artificial.
						Radioatividade: fenômeno nuclear Raio X: Fenômeno extranuclear.
	5. Retomada do experimento de Becquerel	Única	1:01:35 às 1:03:39	A professora retomou o experimento de Becquerel e solicitou que os alunos expusessem as conclusões chegadas por ela. Deste modo a professora poderia perceber se os alunos conseguiram compreender as	Manter a narrativa	

Discurso de conteúdo científico				características discutidas na aula anterior.		
	6. Relação Raio X e Radioatividade	Única	1:03:39 às 1:06: 52	Os alunos expõem suas concepções sobre a relação entre os fenômenos de raios X e radioatividade. Em seguida a professora assume o discurso de autoridade e explica sobre a relação desses fenômenos com fenômenos fluorescentes, com o intuito de sanar as dúvidas dos alunos que surgiram ao decorrer das discursões.	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	Os raios X e a radioatividade emitem radiação ionizante. Os raios X e a radioatividade emitem são tipos de radiação.
Intervalo			1:06: 52 às 1:25:32			
	7. Conceito de radioatividade	1- Definição de radioatividade. Descrição das emissões alfa, beta e gama.	1:25: 32 às 1: 52: 49	A professora assume o discurso de autoridade para explorar o conceito de radioatividade. Apresentando a diferença entre as		

Discurso de conteúdo científico				reações nucleares e as reações química.		
		2- Propriedades radioativas: tempo de meia-vida, fissão e fusão nuclear.	1: 52: 49 às 2:09:40			
		3- Resolução e discussão do questionário sobre radioatividade.	2:09:40 às 2:29:45	A professora solicita que os alunos de acordo com as explicações, explorem seus conhecimentos resolvendo as questões. Em seguida foi realizada discussões sobre as questões.	Explorar os pontos de vista dos alunos.	
Discurso de conteúdo científico	8. Conceito de descoberta	Única	2:29:45 às 3:05:52	A professora retoma as discussões sobre o conceito de descoberta, ressaltando alguns pontos abordados nas aulas, como a presença da comunidade científica.	Manter a narrativa	A descoberta surge das dúvidas
						Descoberta: ser o primeiro a deparar-se com o fenômeno.
						Descoberta: interpretar o fenômeno corretamente.

						Associação da ciência com a filosofia.
	9. Aplicação da radioatividade	1- Radioatividade na medicina	3:05:52 às 3:13:00	A professora assumiu o discurso de autoridade para apresentar algumas das aplicações da radioatividade na medicina, seja em tomografias ou através dos radiofármacos.	Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso.	

Mapa de episódio 05
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 07 – Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca da aplicação da radioatividade na medicina, seguida da leitura e discussão do texto sobre o acidente radioativo ocorrido em Goiânia- Go com o isótopo Césio 137.

Aula 08 - Consiste na resolução de discussão do questionário sobre todos os pontos abordados na Sequência de Ensino- Aprendizagem.

Tipo de discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ações dos participantes (Professora e alunos)	Intenções da professora	Categoria
Gestão	1. Organização da sala de aula.	Única	00:00 às 02:30			
Discurso de conteúdo científico	2. Retomando as ideias sobre radioatividade trabalhadas na aula anterior.	Única	02:30 às 09:25	A professora solicitou que os alunos apresentem suas concepções sobre a radioatividade aprendidas durante a Sequência. Em seguida a professora assumiu o discurso de autoridade com o intuito de organizar as ideias apresentadas pelos alunos, dando um fechamento a essa discussão.	Manter a narrativa	Radioatividade: radiação ionizante
						Radioatividade: radiação natural
						Radioatividade: radiação eletromagnética que se propaga no vácuo.
	3. Aplicação da radioatividade	1- Medicina Nuclear	09:25 às 13:15	A professora assumiu o discurso de autoridade para	Introduzindo e desenvolvendo a estória científica.	Radioatividade: fenômeno nuclear

Discurso de conteúdo científico				apresentar as aplicações da Medicina Nuclear, como mencionada no encontro anterior. Mantendo o diálogo com os alunos abrindo espaço para os mesmos expressar suas ideias e dúvidas.		
Discurso de conteúdo científico	4. Leitura e discussão do texto sobre o acidente radioativo ocorrido em Goiânia-Go com o isótopo Césio 137.	1- Entrega do texto para leitura inicial realizada pelos alunos. Seguida da discussão sobre o texto.	13:15 às 22:58	Os alunos receberam um texto o qual fizeram uma leitura inicial solicitado pela professora. Em seguida a professora sugeriu que os alunos apresentem suas ideias sobre o assunto abordado no texto.	Guiar os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	
		2- Descarte incorreto do lixo radioativo.	22:58 às 25:00	Os alunos expuseram suas opiniões ressaltando que o descarte inadequado do lixo, pode acarretar em graves consequências como ocorrido com o Césio 137.		

Discurso de conteúdo científico		3- Acidente radioativo com Césio 137	25:00 às 35:00	A professora assumiu o discurso de autoridade apresentando aos alunos como ocorreu o acidente com o Césio 137. Ressaltando os pontos destacados pelos alunos como o descarte incorreto do lixo, além da importância de compreender sobre ciência para evitar acidentes como este ocorrido Goiânia.	Introduzindo e desenvolvendo a estória científica.	
		4- Curiosidades sobre a radioatividade.	35:00 às 36:50	A professora apresentou aos alunos algumas curiosidades sobre a radioatividade. E o mal uso de materiais radioativos.		
		5- Entrega do questionário pós-texto.	36:50 às 1:23:59	Os alunos receberam um questionário referente ao texto sobre o Césio 137 o qual puderam expressar suas opiniões relativas as	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte ao processo de internalização.	

				discussões sugeridas nas questões.		
	5. Ciência e outras formas de conhecimento.	Única	1:23:59 às 1:29:31			<p>Ciência se preocupa com a validação do conhecimento.</p> <p>Presença de comunidade ciência.</p> <p>Ciência não é achismo.</p>
	6. Concepções sobre ciência e suas relações.	1- Ciência e sociedade	1:29:31 às 1:31:55	A professora solicitou que os alunos exponham suas opiniões sobre a relação ciência e sociedade. Deste modo todos podem observar as diferentes relações presentes.	Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	<p>Ciência promotora de bem estar social</p> <p>Ciência relacionada ao desenvolvimento humano.</p> <p>Desenvolvimento científico atrelado ao desenvolvimento tecnológico.</p> <p>Ciência associada a medicina.</p> <p>Comunidade científica controla a tecnologia.</p>
			1:31:55 às 1:32:57			

		1- Ciência e tecnologia				Sociedade controla o uso da tecnologia.
	2- Cientistas e suas descobertas.	Única	1:32:57 às 1:36:46	Os alunos apresentaram suas opiniões sobre a responsabilidade dos cientistas perante as consequências de suas descobertas.	Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso.	Os cientistas são responsáveis por as consequências de suas descobertas.
						Os cientistas não são responsáveis por as consequências de suas descobertas. Pois não tem como controlar.

Mapa de episódio 06
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 09 – Consiste na discussão sobre aspectos sociais e econômicos da vida de Marie Curie e Antoine Becquerel, assim como a influência de tais aspectos no fazer científico. Além das relações entre ciência e outras formas de conhecimento.

Obs: Essa aula contou com a participação de três professores sendo eles: A professora pesquisadora (P01), a professora orientadora (P02) e o professor de filosofia do Colégio de Aplicação –UFS (P03)

Tipo de discurso	Episódio	Sequência	Duração	Ação dos participantes (Professores e alunos)	Intensões da professora	Categorias
Gestão	1. Organização da sala de aula.		00:00 às 00:53			
	2. Explicações sobre a dinâmica da aula.		00:53 às 02:27			

Discurso de conteúdo científico	3. Retomando os conteúdos trabalhados na SEA.		02:27 às 03:49	A professora assumiu o discurso de autoridade para retomar alguns pontos importantes discutidos nas aulas anteriores.	Manter a narrativa	
	4. Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.	1- Entrega do texto para leitura inicial realizada pelos alunos.	03:49 às 23: 24	A professora solicitou aos alunos a realização de uma leitura inicial do texto para que os alunos pudessem consecutivamente expor suas opiniões sobre o texto lido.		
		2- Fatos da vida de Becquerel que chamou a atenção dos alunos.	23:24 às 30:44	Os alunos foram instigados através de questionamentos realizados pela professora a apresentar suas ideias sobre a vida de Becquerel apresentadas no texto.	Guiando os estudantes no trabalho com as ideias científicas, e dando suporte aos processo de internalização.	Fazer parte da família de cientistas.
						Ser integrante da academia de ciências.
		3- Fatos da vida de Marie Curie que chamou a atenção dos alunos.	30:44 às 39:16	Os alunos foram instigados através de questionamentos realizados pela professora a apresentar suas ideias sobre a vida de Marie		Seguir os estudos do pai.
						Ser a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel.
	Morreu de leucemia.					
				Envelhecer rapidamente.		

Discurso de conteúdo científico				Curie apresentadas no texto.		Sobreviveu em condições precária.
						Determinação de Marie Curie.
						Disposição em ajudar feridos de guerra.
						Vida difícil devido as condições financeira e ao gênero.
						Dedicar-se a radioatividade voltada para medicina.
		4- O prêmio Nobel	39:16 às 42:01	A professora instigou através de questionamentos que os alunos apresentassem suas compreensões sobre os acontecimentos que permearam a premiação do Nobel. Ressaltando as dificuldades sofrida por Marie Curie por ser mulher.	Manter a narrativa	
		5- Relação do cientista com a	42:01 às 53:54	Os alunos foram instigados a expor suas ideias acerca da	Guiando os estudantes na aplicação das	Escolha de não patentear o rádio feita por Marie.

Discurso de conteúdo científico	Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.	comunidade científica.		relação do cientista com a comunidade científica. Neste momento a professora pode compreender e discutir sobre o que os alunos entendiam por comunidade.	ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por seu uso.	Honraria do prêmio Nobel vista como incentivo.
						Relação de Becquerel com Marie Curie.
						A comunidade científica serve para dar suporte aos cientistas.
						A comunidade científica valida o conhecimento.
		6- Visão de cientista.	53:54 às 1:06:56	Os alunos foram solicitados a expressar suas concepções sobre cientistas, mostrando se os cientistas são pessoas diferentes das demais.	Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por seu uso.	Cientistas são pessoas normais que se dedicam a ciência, que são curiosos e que procuram conhecimentos específicos.
						Cientistas são pessoas esforçadas e interessadas.
						Cientistas são diferentes das demais pessoas porque possui conhecimentos específicos.

Discurso de conteúdo científico	Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.					Afinidade do cientistas pela ciência.
		7- Relação do cientista com seus interesses pessoais e sociais.	1:06:56 às 1:16:16			Os cientistas não estão alheios a interesses pessoais, pois dedicam-se a o que tem afinidade.
						Os cientistas buscam uma aplicação de suas pesquisas direta na sociedade.
		8- Função social da ciência.	1:11:51 às 1:16:16	O professor de filosofia assume o discurso de autoridade e discute a função social da ciência claramente apresentada no texto, bem como a relação de desenvolvimento científico aliado ao desenvolvimento tecnológico. Em seguida os alunos puderam expressar suas opiniões acerca dessa função social da ciência.		Ciência aliada ao desenvolvimento científico*. Ciência usada para obtenção de poder.

Discurso de conteúdo científico	Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.	9- Utilização do conhecimento científico.	1:16:16 às 1:18:04	A professora assume o discurso de autoridade para ressaltar alguns pontos importantes sobre a utilização do conhecimento científico alertando que em determinadas situações o conhecimento científico não é utilizado em prol do bem estar social.	Introduzindo e desenvolvendo a estória científica.	
---------------------------------	---	---	--------------------	--	--	--

		10- Ciência e outras formas de conhecimento.	1:18:04 às 1:50:46	Os alunos foram instigados a expressar suas concepções sobre o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento. A professora orientadora direciona aos alunos na compreensão do que caracteriza a ciência.	Guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por seu uso.	Ciência conhecimento objetivo.
						Validação científica através da experimentação.
						Ciência sinônimo de descoberta.
						O conhecimento científico é compartilhado na comunidade científica, isso o difere de outras formas de conhecimento que por vezes são específicos de uma comunidade.

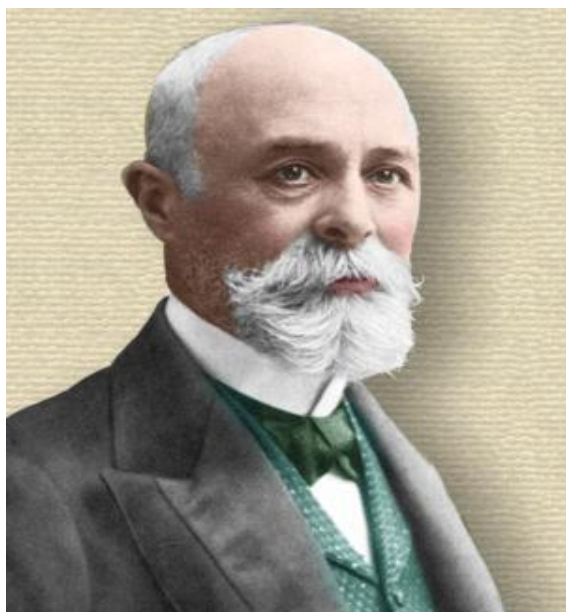
*Categoria construída através da fala do professor.

APÊNDICE 03: Sequência de Ensino-Aprendizagem

Sequência de Ensino- Aprendizagem

História e Ciência

Radioatividade



Jennyfer Alves Rocha
Orientadora: Adjane da Costa Tourinho e Silva

Apresentação

No nosso cotidiano, é comum observarmos fenômenos que são explicados através do estudo da Ciência. Compreender melhor os fenômenos e explicá-los nos proporciona uma nova leitura de mundo. Nessa perspectiva, esta Sequência de Ensino- Aprendizagem foi elaborada para trabalhar o conceito de radioatividade buscando proporcionar a compreensão sobre a Natureza da Ciência partindo da abordagem histórica. Esta abordagem foi empregada porque, segundo Matthews (1995), a utilização da História da Ciência é capaz de motivar os alunos, humanizando a matéria e, desta forma, promove melhorias na compreensão de conceitos científicos e da natureza da Ciência. A Ciência passa a ser entendida como passível de transformações, opondo-se a ideia de uma Ciência absoluta. Esta SEA destina-se a turmas do Nível Médio. A proposta aborda leitura de textos, debates e discussões dos temas. A SEA é composta por 09 aulas com previsão de duração de aplicação de 15horas/aula.

Sumário

Aula 01 ... Acidente Nuclear	01
Aula 02 ... Radiação.....	02
Aula 03 ... Comprimento e Frequência de Onda.	04
Aula 04 ... Descoberta dos Raios X.....	06
Aula 05 ... Descoberta da Radioatividade.....	09
Aula 06... Radioatividade: Um Fenômeno Nuclear.....	14
Aula 07... Medicina Nuclear.....	20
Aula 08 ... Avaliação.....	23
Aula 09 ... A Vida dos Cientistas	24
Referências	30

Acidente Nuclear

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
➤ Questionários	➤ Aplicação de questionários	➤ Identificar as concepções prévias dos alunos e iniciar a problematização. ➤ Engajar os estudantes no desenvolvimento inicial da estória científica

Atividade 01- Questionários

Questões para identificação das concepções prévias

- 1- Descreva algumas características do trabalho científico.
- 2- O que você entende por radiação?
- 3- Use seus conhecimentos para definir raios X e radioatividade.



Questão Problematicadora

Um dos maiores acidentes radioativos da história aconteceu com o isótopo ^{137}Cs , em setembro de 1987, na cidade de Goiânia, Goiás, quando um aparelho de radioterapia desativado foi desmontado em um ferro velho. O desastre fez centenas de vítimas, todas contaminadas através de radiações emitidas por uma cápsula que continha tal isótopo. Este é considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora das usinas nucleares. Ele contaminou não apenas as pessoas, mas também as casas, os móveis, as roupas, entre outros. Tendo em vista as normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), todo material contaminado foi descartado.

Considerando o acidente ocorrido em Goiânia, por que é importante compreender o fenômeno da radioatividade? Qual o tratamento recebido pelos pacientes que ficaram expostos a radiação e como foi tratado o lixo produzido?



Radiação

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quadro branco; ➤ Pincel para quadro branco; ➤ Apagador; ➤ Data Show; ➤ Notebook; ➤ Extensão; ➤ Adaptadores. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exposição interativa com os alunos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construir o conceito de radiação ➤ Identificar os tipos de radiação ➤ Classificar as radiações considerando os principais tipos definidos

Atividade 01- Aula

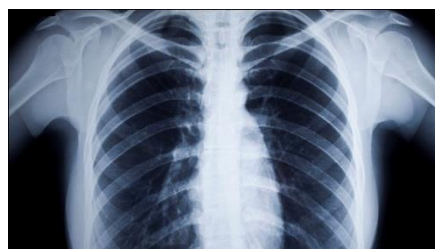
Conceito de Radiação

Radiações são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com determinada velocidade. Podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Possuem energia variável desde valores pequenos até muito elevados.

Classificação

A radiação pode ser classificada como:

Eletromagnética	A radiação eletromagnética é aquela que se propaga através de uma onda, a qual é constituída por dois campos perpendiculares entre si, um campo elétrico e um magnético. Essa onda é capaz de se propagar no vácuo na velocidade de 300.000.000 metros por segundo. Os diferentes tipos de radiação eletromagnética são caracterizados pelos seus respectivos comprimento de onda ou frequência. Em conjunto, eles constituem o espectro eletromagnético. Alguns exemplos de radiação eletromagnética são: os raios gama, micro-ondas, raios x e a luz do sol, dentre outros.
Corpuscular	A radiação corpuscular é aquela que se propaga através de partículas subatômicas, como elétrons, prótons e outras formadas através de fissão nuclear, como os nêutrons. Assim, ela é caracterizada pela sua carga, massa e velocidade, podendo ser carregada ou neutra, leve ou pesada e lenta ou rápida.
Gravitacional	A radiação gravitacional é uma previsão das equações da relatividade geral. Ela pode ser emitida em regiões do espaço onde a gravidade é relativística, através de estrelas em colapso.



Tipos de Radiação

Dependendo da quantidade de energia, uma radiação pode ser descrita como não ionizante ou ionizante.

Ionizante	Não Ionizante
Possuem alta energia e são capazes de causar ionização. Energia e partículas emitidas de núcleos instáveis podem causar tal efeito. Quando um núcleo instável emite partículas, estas são, tipicamente, partículas alfa, beta ou nêutrons. No caso da emissão de energia, a emissão se faz na forma de onda eletromagnética, muito semelhante aos raios X ou raios gama.	Possuem energia relativamente baixa. Radiações não ionizantes estão sempre a nossa volta. A luz, as ondas de rádio são formas comuns de radiações não ionizantes. Sem radiações não ionizantes, nós não poderíamos apreciar um programa de TV em nossos lares ou cozinhar em nosso forno de micro-ondas.

Fique Atento

A radiação eletromagnética pode ser classificada como ionizante e não ionizante. Essa classificação irá depender do comprimento e frequência de onda.



Comprimento e Frequência de Onda

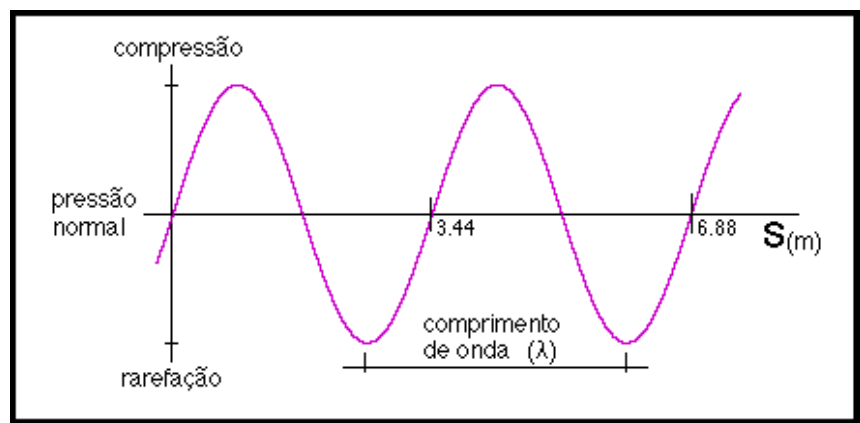
Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quadro branco; ➤ Pincel para quadro branco; ➤ Apagador; ➤ Data Show; ➤ Notebook. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construção dos conceitos de grandezas que caracterizam uma onda: comprimento e frequência. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir grandezas que caracterizam uma onda: comprimento e frequência; ➤ Analisar o espectro eletromagnético.

Atividade 01- Aula

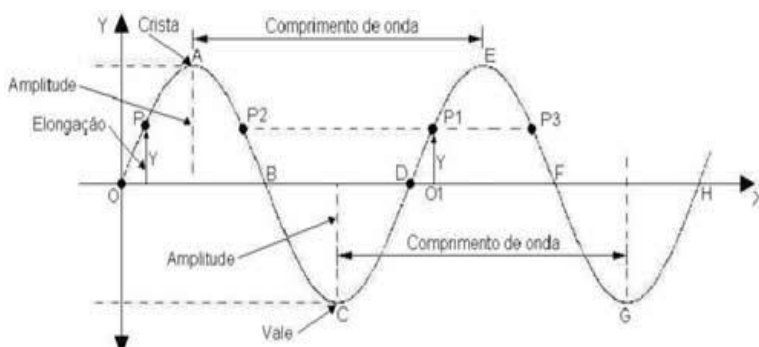
Comprimento de Onda (λ)

O comprimento de onda (λ) pode ser definido como a distância mínima em que um padrão temporal da onda (ou seja, um ciclo) se repete.

Compare com o período (τ) que pode ser definido como o intervalo mínimo de tempo em que um padrão de vibração se repete em certo ponto no espaço. Ou seja, o comprimento de onda está relacionado ao tamanho de um ciclo da onda que se forma no espaço, enquanto que o período diz respeito ao tempo que esse mesmo ciclo leva para se formar.



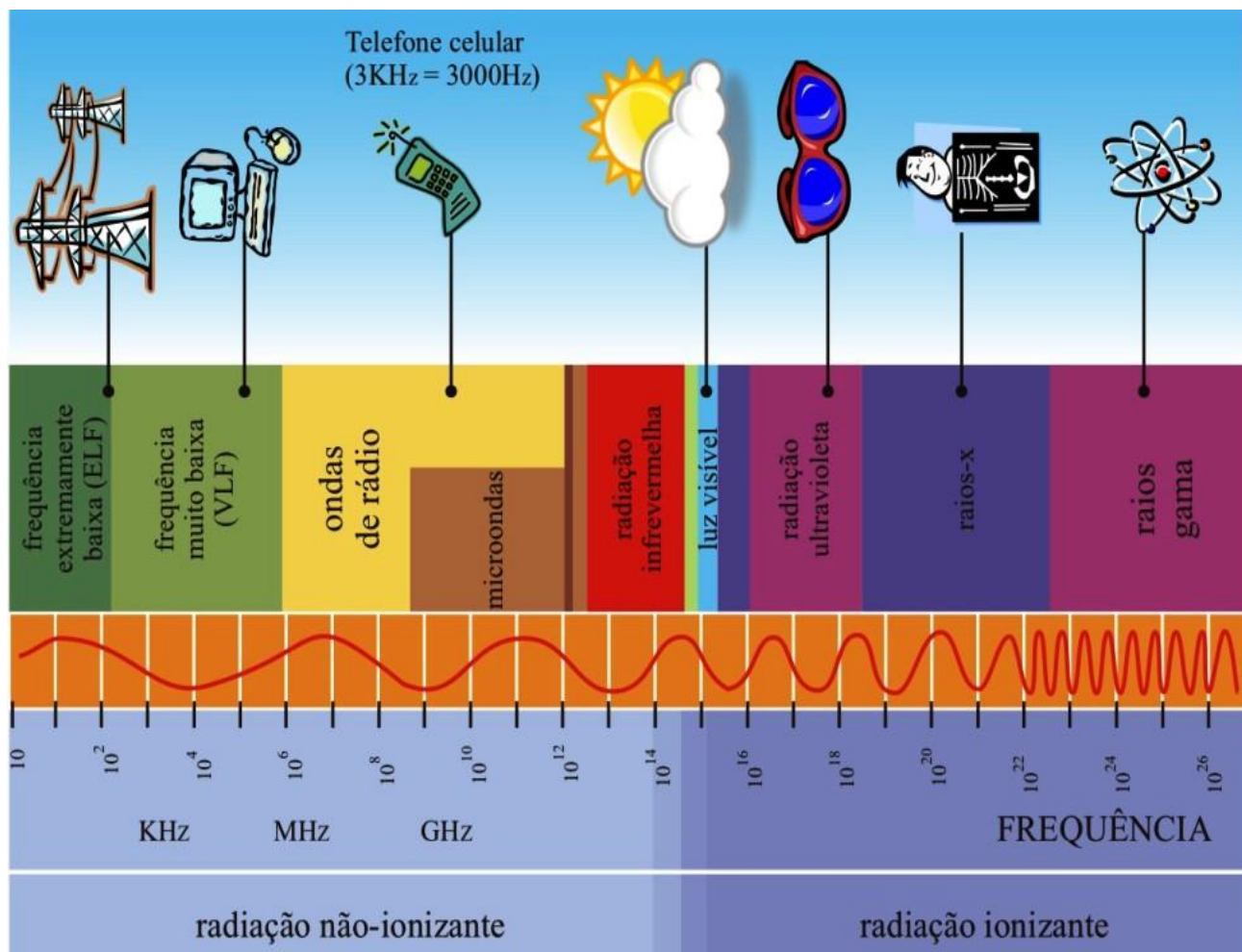
Frequência de uma onda



Uma das características importantes de qualquer onda é a sua frequência, o número de oscilações por unidade de tempo. A unidade mais comum usada internacionalmente para expressar a frequência de uma onda é o hertz, simbolizado por Hz, que equivale a uma oscilação por segundo.

Espectro Eletromagnético

O espectro eletromagnético é o intervalo completo da radiação eletromagnética. De forma geral, os vários tipos de ondas eletromagnéticas diferem quanto ao comprimento de onda, fato esse que modifica o valor da frequência, e também da forma com que elas são produzidas e captadas, ou seja, de qual fonte elas originam e quais instrumentos são utilizados para que se possa captá-las. No entanto, todas elas possuem a mesma velocidade, ou seja, $v = 3,0 \times 10^8 \text{m/s}$ e podem ser originadas a partir da aceleração de cargas elétricas.



Descoberta dos Raios X

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Texto Informativo; ➤ Questionário; ➤ Data Show; ➤ Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leitura e discussão do texto referente a descoberta dos Raios X. ➤ Aplicação do questionário. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construir o conceito de Raios X; ➤ Analisar a história dos Raios X apreendendo aspectos característicos da História da Ciência.

Atividade 01- Leitura e discussão do texto

Revista História da Ciência

Descoberta dos Raios X

Você já imaginou como era a vida das pessoas antes da descoberta dos Raios X? Como elas faziam para identificar os ossos fraturados? Então vamos entender um pouco dessa história.

Em 1895, Wilhelm Roentgen estudava os raios catódicos através de uma ampola desenvolvida por William Crookes. A ampola de Crookes foi criada para estudar a condutibilidade dos gases a baixa pressão. Ela consistia em um tubo de vidro ou quartzo com dois eletrodos (cátodo e ânodo) em suas extremidades. Na ampola havia também uma abertura que possibilitava a retirada do ar interno, criando alto vácuo. Quando os eletrodos eram submetidos a uma grande diferença de potencial, surgia uma luminescência na parede oposta ao cátodo (eletrodo



Ampola de William Crookes

negativo).

Percebeu-se

então que o cátodo emitia uma radiação capaz de gerar essa luminescência. Tal radiação recebeu o nome de Raios Catódicos (interpretados, alguns anos depois, como um fluxo ordenado de partículas negativas, denominadas de elétrons).

Em um de seus experimentos, Roentgen observou que uma placa recoberta por platinocianeto de bário, que estava próxima a



Laboratório de Wilhelm Roentgen

ampola, começou a apresentar uma baixa fluorescência. A partir dessa observação, Roentgen criou algumas hipóteses sobre as causas da luminescência na placa. Ele observou que a placa fluorescia todas as vezes que a ampola era ligada e a luminosidade cessava todas as vezes que ele desligava a ampola. Intrigado com o que acabara de observar, Roentgen cobriu a ampola com uma caixa de papelão. Ao ligar novamente a ampola, ele percebeu que a placa fluoreceu novamente, então começou a aproximar a placa da ampola e percebeu que o brilho se intensificava. Roentgen continuou suas observações realizando diversos experimentos como, por exemplo, colocar a placa de platinocianeto de bário a diversas distâncias da ampola, verificando a sua fluorescência, e até mesmo colocar, entre a ampola e a placa, diferentes objetos como cartas, livros, entre outros. De acordo com os resultados experimentais, Roentgen concluiu que estava detectando um tipo de radiação diferente. Não eram, certamente, os próprios raios catódicos saindo do tubo, pois já era sabido por todos os pesquisadores que os raios catódicos só se propagavam no vácuo. No ar, eles eram rapidamente absorvidos e não alcançavam mais que poucos centímetros. A nova radiação que estava detectando era realmente muito penetrante e só uma placa de chumbo conseguia bloqueá-la totalmente. Essa radiação foi batizada por Roentgen de *Raios X*.



Radiografia da mão da esposa de Roentgen, publicada em seu primeiro artigo sobre Raios X, 1895.

Dentre suas observações e experimentações Roentgen seguiu um pequeno disco de chumbo na frente da ampola ligada, com a intenção de ver a sombra do disco na placa fluorescente. E viu, não apenas a sombra do disco, mas também a sombra dos ossos de sua própria mão!

Nas semanas seguintes, Roentgen trabalhou intensamente, examinando todos os aspectos da radiação que acabara de descobrir. Para obter resultados permanentes, possíveis de publicar nas revistas, passou a usar placas fotográficas no lugar de placas fluorescentes. Em uma de suas experiências, colocou a mão de sua mulher, Bertha, no sentido da radiação que descobrira e obteve a primeira radiografia da história, mostrando os ossos de Dona Bertha e até seu anel de casamento.

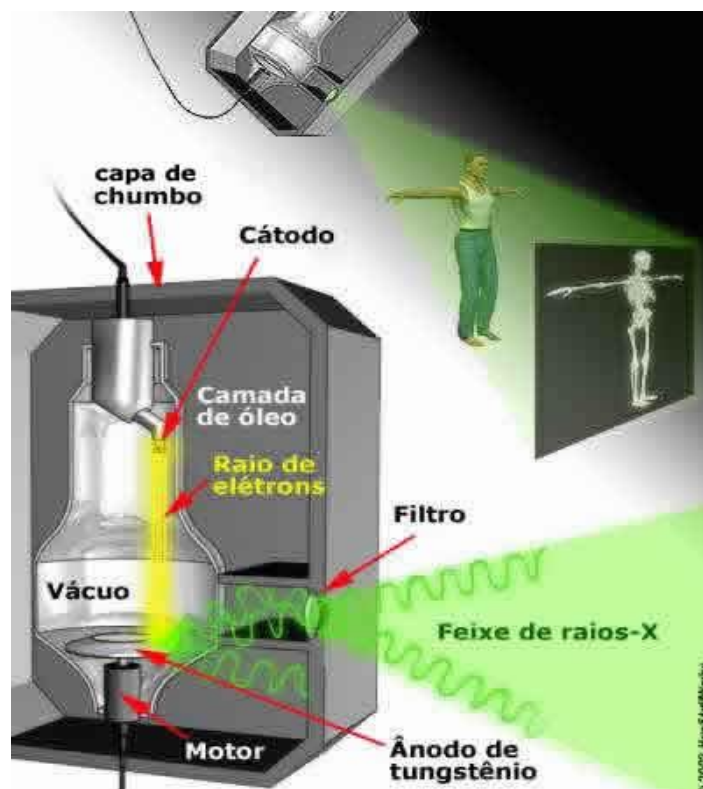
A descoberta de Roentgen teve grande impacto na comunidade científica como também na sociedade, devido ao seu emprego na medicina, foi através dos estudos dos Raios X que se pode observar fraturas em ossos sem necessitar realizar incisões cirúrgicas, fato muito importante em uma época que acreditava-se que se cortasse o corpo, cortaria também a alma.

Texto Adaptado, fontes:

CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. Química Nova na Escola, nº2, p. 19-22, 1995.
http://www.cetac.com.br/rg_historico_raiox.ht
https://www.google.com.br/search?q=ampola+de+crookes&espv=2&biw=1024&bih=445&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjRpt-Um8nRAhWMgZAKHYtIDyoQ_AUIBygC#imgsrc=FINUOH3Do2-dxM%3A

Atividade 02- Definição de Raios X

Hoje os raios X são definidos como a radiação eletromagnética com comprimento de onda no intervalo de 10^{-11} a 10^{-8} m (0,1 a 100 Å), resultante da colisão de elétrons produzidos em um cátodo aquecido contra elétrons de ânodo metálico. Quando esse cátodo é aquecido por uma corrente elétrica, que é fornecido por um gerador, ele emite grande quantidade de elétrons que são fortemente atraídos pelo ânodo, chegando a este com grande energia cinética. Quando eles se chocam com o ânodo, transferem energia para os elétrons que estão nos átomos dos ânodos. Os elétrons com energia são acelerados e então emitem ondas eletromagnéticas que são os raios X.



Atividade 03- Questionário

1-
2-

- 1- Considerando a descrição no texto acima, apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen.
- 2- Quais aspectos característicos da Ciência são apresentados no texto?
- 3- De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões cite as principais contribuições da descoberta realizada por Roentgen para a medicina.

Sugestões e Orientações

Durante a discussão sobre os Raios X é importante que o professor ressalte as contribuições dessa descoberta para a Medicina. Abrangendo também as crenças religiosas da época, pois acreditava-se que quando cortamos o corpo, cortamos também a alma.

Sugestões e Orientações

As questões apresentadas no questionário servirão para nortear as discussões sobre o texto. O professor deve ressaltar as características da Natureza da Ciência, mostrando que esta é um processo de construção humana, portanto não é uma verdade absoluta, e que algumas etapas são fundamentais no desenvolvimento de pesquisas como, por exemplo, o levantamento de hipóteses, observação, experimentação, dentre outros.

Descoberta da Radioatividade

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Texto Informativo; ➤ Questionário; ➤ Data Show; ➤ Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leitura e discussão do texto referente a descoberta da Radioatividade. ➤ Aplicação do questionário. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construir o conceito de Radioatividade; ➤ Aprofundar a compreensão sobre a Natureza da Ciência.

Atividade 01- Leitura e discussão do texto



Radioatividade

AFINAL, QUEM DESCOBRIU A RADIOATIVIDADE?

As descobertas sempre estão presentes na história da Ciência. Mas pensando bem, o que podemos chamar de descoberta? Quando olhamos para a história da Ciência podemos observar que em alguns eventos existiram controvérsias relacionadas à descoberta. A descoberta do oxigênio é um exemplo que gerou grandes discussões acerca de qual dos três pesquisadores, Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley ou Antoine Lavoisier teria realizado este feito.

O que podemos chamar de descoberta para a ciência?

As controvérsias não estão presentes apenas na história do oxigênio, a descoberta da radioatividade também tem gerado algumas discussões. Vamos entender por quê?

No final do século 19, o estudo com tubos de raios catódicos levou à descoberta dos Raios X realizada por Roentgen. Os Raios X permitiram a visualização dos ossos dentro do corpo.

Rapidamente, eles

tornaram-se uma descoberta valiosa para a medicina.

Conforme discutimos, Roentgen havia colocado uma placa recoberta por um material fluorescente, o platinocianeto de bário, próxima a um tubo de raios catódicos (uma ampola de

Saiba Mais

A fluorescência é um fenômeno em que um material recebe energia de uma fonte luminosa e emite parte desta energia na forma de luz visível. Na ausência de uma fonte de luz, a luminosidade cessa imediatamente. Quando a luminosidade permanece trata-se de uma fosforescência.

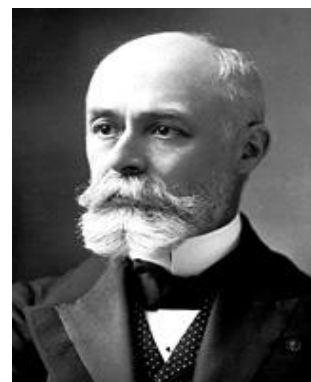
Crookes) e verificou que este sal se tornava luminescente, ainda que o tubo estivesse envolto em papel opaco. Buscando compreender a natureza dos Raios X, relacionados ao surgimento da luminescência do sal fora do tubo, vários cientistas passaram a desenvolver experimentos partindo da hipótese de Poincaré, que associou os Raios X à fluorescência, considerando que estes raios possivelmente seriam emitidos por qualquer corpo fluorescente, independentemente da causa desse fenômeno. Hoje, sabemos que a fluorescência de compostos não está relacionada com a emissão de Raios X, todavia essa hipótese mobilizou várias pesquisas na época.

Veja a seguir uma das publicações de Poincaré:

Podemos nos perguntar se todos os corpos cuja fluorescência seja suficientemente intensa não emitiriam, além dos raios luminosos, os raios X de Roentgen, qualquer que seja a causa de sua fluorescência. Os fenômenos não seriam então associados a uma causa elétrica. Isso não é muito provável, mas é possível e, sem dúvida, fácil de verificar. (POINCARÉ, 1896, p. 56 apud MARTINS, 1990, p.29)

Um físico francês, Henri Becquerel, também seguiu a proposta de Poincaré, investigando o comportamento de corpos fluorescentes, com o objetivo de compreender a origem e natureza dos Raios X.

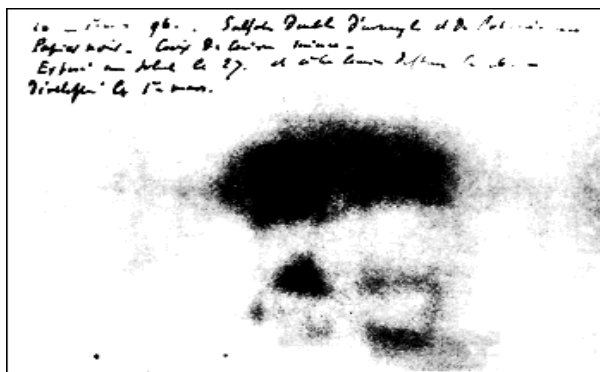
Em seus estudos, Becquerel trabalhou com diversos compostos que apresentavam em comum o fenômeno da fluorescência. Dentre eles podemos destacar os compostos de urânio, os quais não haviam sido testados por outros cientistas da época. Becquerel repetiu experimentos desenvolvidos por Charles Henry e Niewenglowski, em que chapas fotográficas eram envoltas em várias camadas de papel negro e permaneciam intactas mesmo quando expostas ao sol, mas eram impressionadas se, além disso, sobre elas fossem colocadas lâminas de vidro com substâncias fluorescentes, tais como sulfeto de zinco ou cálcio.



Antoine Henri Becquerel

Becquerel ponderou que, ao expor um sal de urânio ao sol, este receberia radiação solar e emitiria luminosidade, que causaria manchas em chapas fotográficas envoltas em papel grosso. Isso se deveria aos Raios X emitidos pelos materiais fluorescentes neste caso o sal de urânio. Ao revelar as chapas, Becquerel observou que os cristais de sais de urânio causaram manchas na chapa, como ele esperava.

Após a descoberta, Becquerel resolveu compartilhar seus conhecimentos com a



Chapa fotográfica: experimento de Becquerel

comunidade científica da época. Porém, no dia que tentara repetir o experimento, não havia sol, o tempo estava nublado. Então, ele resolveu guardar os sais de urânio sobre uma chapa fotográfica que estava envolta por um envelope preto. Por não serem expostos a radiação solar, Becquerel acreditava que os sais não poderiam causar manchas na chapa fotográfica. Todavia, o resultado o surpreendeu e ele pode observar que os sais de urânio provocaram uma mancha ainda mais intensa que no experimento em que as mesmas foram expostas a radiação solar. Então

Becquerel criou a seguinte hipótese para explicar o fenômeno observado:

Uma hipótese que surge muito naturalmente ao espírito seria a suposição de que essas radiações, cujos efeitos possuem uma forte analogia com os efeitos produzidos pelas radiações estudadas por Lenard e Roentgen, poderiam ser radiações invisíveis emitidas por fosforescência, cuja duração de persistência fosse infinitamente maior do que a das radiações luminosas emitidas por essas substâncias. No entanto, as experiências presentes, sem serem contrárias a essa hipótese, não permitem formulá-la. As experiências que estou desenvolvendo agora poderão, espero, contribuir com algum esclarecimento sobre esse novo tipo de fenômeno. (BECQUEREL, 1896b apud MARTINS, 1990, p. 35)

Como podemos observar, de acordo com a hipótese apresentada por Becquerel ele acreditava que estava diante de um novo fenômeno, porém que esse tipo de radiação estava ligada a uma espécie de *fosforescência invisível*. Becquerel repetiu esse experimento com diversos compostos de urânio e também com o urânio metálico verificando que o resultado dos experimentos se repetiam. Esse tipo de radiação ficou conhecida como Raios de Becquerel.

Com o objetivo de obter o título de doutorado, a pesquisadora Marie Sklodowska Curie, continuou a pesquisa realizada por Henri Becquerel, sobre os sais de urânio. Marie iniciou seu trabalho em um espaço de armazenamento na escola que seu marido, Pierre Curie, lecionava, e testou vários compostos. Ao estudar compostos de urânio e tório sugeriu que os raios emitidos eram uma propriedade atômica (chamando esses compostos de radioativos) e não tinha relação com a fosforescência como sugerido por Becquerel.

Os raios urânicos foram frequentemente chamados raios de Becquerel. Pode-se generalizar esse nome, aplicando-o não apenas aos raios urânicos mas também aos raios tóricos e a todas as radiações semelhantes. Chamarei de radioativas as substâncias que emitem raios de Becquerel. O nome de hiperfosforescência, que foi proposto para o fenômeno, parece-me dar uma falsa ideia de sua natureza. (CURIE, 1899, p. 42 apud MARTINS, 1990, p. 40)



Marie Sklodowska Curie

Em 18 de julho de 1898 foi relatada em um relatório enviado a academia a descoberta de um novo elemento químico realizada pelo casal Curie. Tal elemento recebera o nome de Polônio em homenagem ao país de Marie, a Polônia. Em 26 de dezembro de 1898, outro relatório lido para a academia apontava para a descoberta de um novo elemento, denominado por Pierre de rádio. Marie se encarregou da enorme tarefa de isolar o rádio para fazer os químicos admitirem sua

existência. Em novembro de 1903, Marie Curie recebeu o Prêmio Nobel de Física junto com Pierre pelas suas descobertas no campo da radioatividade, fenômeno muito pouco conhecido naquela época. Em 1911, Marie recebeu o seu segundo prêmio Nobel, sendo este de Química, pela descoberta dos elementos químicos rádio e polônio. Até o momento, Marie Curie foi a única cientista que recebeu dois Prêmios Nobel em áreas científicas distintas.

Após entendermos a história que envolve a descoberta da radioatividade podemos refletir sobre as possíveis vertentes históricas que norteiam esse fenômeno. Alguns pesquisadores acreditam que a descoberta da radioatividade foi feita por Becquerel, por ser o primeiro a visualizar esse fenômeno observando que os compostos de urânio causava manchas em chapas fotográficas e que esta ocorreu ao acaso já que ele não esperava visualizar manchas na chapa sem que os sais de urânio recebessem anteriormente radiação solar; mas lembre-se que apesar de o material utilizado por Becquerel ser radioativo e por esse motivo causar manchas em chapas fotográficas, Becquerel não tinha essa interpretação sobre esse fenômeno. Apenas com os estudos de Marie Curie que se chegou a ideia que radioatividade é um fenômeno de origem atômica.

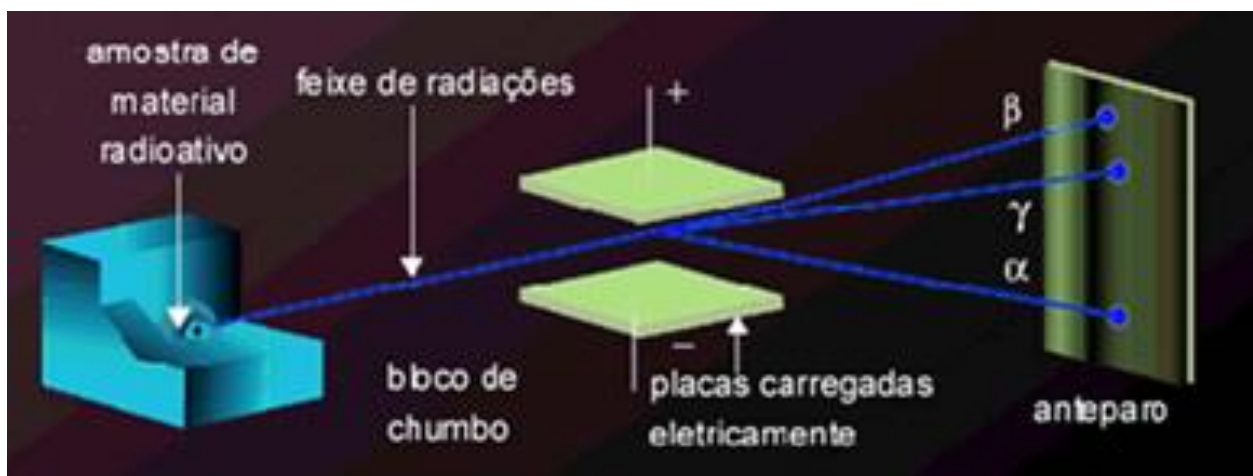
E você, a quem atribuiria a descoberta da radioatividade?

Texto Adaptado, fontes:

MARTINS, R. A. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. Cad. Cat. Ens. Física, vol.7 (Número Especial), p. 27-45, 1990.
<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/radioatividade-atraves-de-experimentos-o-experimento-de-becquerel/557>
<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/a-descoberta-radioatividade.html>.

Atividade 02- Conceito

Ernest Rutherford descobriu que, quando as radiações emitidas por um material radioativo são submetidas a um campo eletromagnético externo, conseguem causar manchas em locais diferentes na placa colocada ao fundo de material fluorescente. A partir das observações, Rutherford percebeu que a placa apresentou manchas em três lugares distintos. Uma mancha apresentou-se próxima ao campo eletromagnético carregado negativamente, o que o levou a concluir que o material emitido apresentava carga positiva. As partículas emitidas foram denominadas de partículas alfa (α). Outra mancha apresentou-se junto ao campo eletromagnético carregado positivamente, logo ele concluiu que o material emitido apresentava carga negativa e denominou as respectivas partículas de partículas beta (β). Por fim, apareceu também uma mancha central, a qual não foi estudada por ele. Porém, outro pesquisador, Paul Villard, estudou a mancha central e denominou de raios gama (γ) os responsáveis por tal mancha.



- 1- Quais características relacionadas ao trabalho realizado pelos cientistas você consegue identificar no texto?
- 2- Como a descoberta dos Raios X auxiliou na descoberta da Radioatividade?
- 3- Existem relações entre o que conhecemos hoje por Radioatividade e Raios X? Justifique.

Sugestões e Orientações

O professor poder ressaltar que essa descoberta de Rutherford possibilitou também o desenvolvimento de um novo Modelo Atômico.

Radioatividade: Um Fenômeno Nuclear

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quadro; ➤ Pincel; ➤ Apagador; ➤ Data Show; ➤ Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exposição interativa com os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construir o conceito de partículas subatômicas, fissão, fusão, tempo de meia-vida e reações nucleares.

Atividade 01- Construção de Conceito

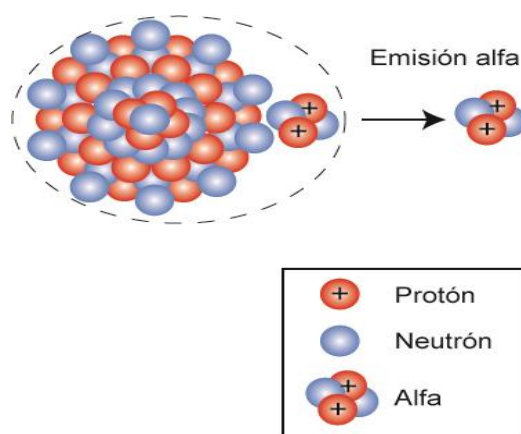
Radioatividade é um Fenômeno Nuclear

A radioatividade pode ser definida como o estudo de reações nucleares, sendo estas um processo no qual o núcleo sofre alterações. Perceba que há uma diferença entre reação química e uma reação nuclear. As reações químicas estão relacionadas à eletrosfera e as reações nucleares correm no núcleo.

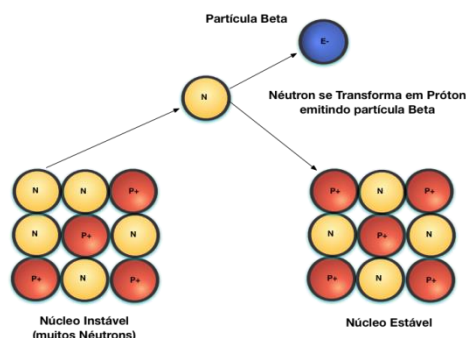
Estudo das emissões alfa, beta e gama.

Atualmente, sabe-se que existem elementos cujos átomos apresentam núcleos instáveis. A emissão de partículas α , β e raios γ é um dos modos pelos quais um núcleo elimina ou diminui sua instabilidade. A radiação alfa (α) também chamada de partículas alfa ou raios alfa, são partículas constituídas por dois prótons e dois nêutrons, sendo, portanto, núcleos de um átomo de hélio (${}^4_2\text{He}$). São simbolizados por ${}^4_2\alpha$. Quando um núcleo as emite perde 2 prótons e 2 nêutrons.

Sobre as emissões α , foi enunciada por Soddy, em 1911, a conhecida como Primeira Lei da Radioatividade: *“Quando um Radionuclídeo emite uma partícula α , seu número de massa diminui 4 unidades e seu número atômico diminui 2 unidades”*.



Esquema de emissão de partícula alfa (α)



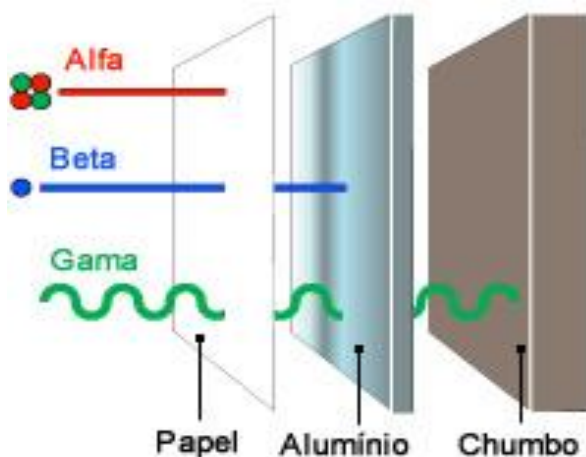
Esquema de emissão de partícula beta (β)

As partículas β são elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável sendo representado por ${}^0_{-1}\beta$. Em núcleos de átomos beta-emissores, um nêutron pode se decompor em um próton, em elétron e um antineutrino. O antineutrino é uma partícula com número de massa zero e carga nula. Assim, ao emitir uma partícula β , o núcleo tem a diminuição de um nêutron e o aumento de um próton. Desse modo o número da massa permanece constante. A Segunda Lei da Radiatividade de Soddy, Fajans e Russel, em

1913, afirma que: “Quando um Radionuclídeo emite uma partícula β , seu número de massa permanece constante, porém seu número atômico aumenta uma unidade”.

A radiação Gama (γ) ou raios gama apresenta comprimento de onda variando entre de 0,5 Å a 0,005 Å. As radiações gama são ondas eletromagnéticas, e possuem carga e massa nulas, emitem continuamente calor e têm a capacidade de ionizar o ar e torná-lo condutor de corrente elétrica. Um núcleo radioativo emite radiação alfa ou beta, e a radiação gama está sempre presente. A partícula beta pode atingir uma velocidade de até 95% da velocidade da luz, já a partícula alfa é mais lenta e atinge uma velocidade de 20.000 km/s, e os raios gama atingem a velocidade das ondas eletromagnéticas (300.000 km/s).

Para melhor compreender a velocidade e a potência das partículas alfa, beta e gama frente à matéria, segue alguns exemplos do poder de penetração das radiações: Apesar de serem bastante energéticas, as partículas alfa são facilmente barradas por uma folha de papel; As partículas beta são mais penetrantes e menos energéticas que as partículas alfa, conseguem atravessar lâminas de alumínio de até 5 mm no ar, mas são barradas por uma placa de madeira de 2,5 cm de espessura; As partículas gama percorrem milhares de metros no ar, são mais perigosas, quando emitidas por muito tempo podem causar má formação nas células. Os raios gama conseguem atravessar chapas de aço de até 15 cm de espessura, mas são barradas por grossas placas de chumbo ou paredes de concreto.

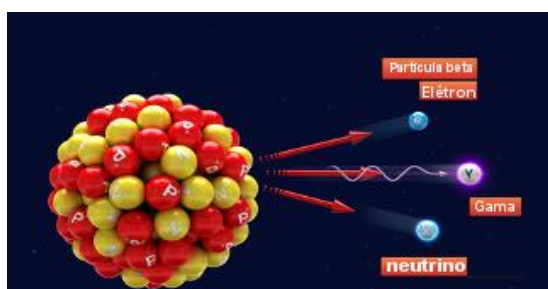
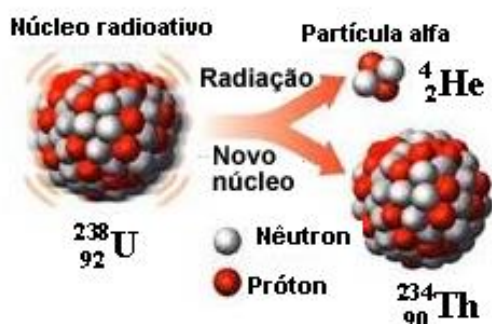


Exemplos do poder de penetração das radiações

Podemos concluir que as partículas alfa possuem uma massa e carga elétrica relativamente maior que as demais, entretanto, são facilmente barradas por uma folha de papel. Já a radiação gama não é tão energética, mas é extremamente penetrante, podendo atravessar o corpo humano, é detida somente por uma parede grossa de concreto ou por algum tipo de metal.

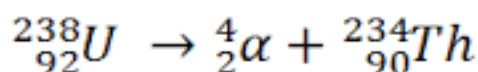
Poder de penetração:

Gama > beta > alfa

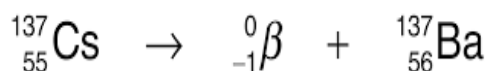


Reações Nucleares

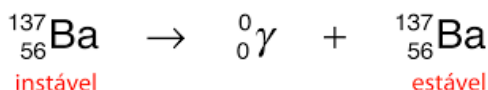
Emissão de partícula alfa (α)



Emissão de partícula Beta (β)



Emissão de raios gama (γ)



Tempo de Meia-Vida

Quando um Radionuclídeo emite partícula alfa ou beta, ele se transforma como vimos, em um núclídeo diferente. Assim à medida que o tempo passa, há uma redução de radionuclídeos. Portanto o tempo de meia-vida (representado por $t_{1/2}$) pode ser definido com tempo necessário para que metade da quantidade de um Radionuclídeo presente em uma amostra sofra decaimento radioativo. Uma característica interessante dos elementos radioativos é que em virtude da desintegração que eles sofrem, a massa que eles possuem é reduzida; nos períodos de semidesintegração, a massa é reduzida pela metade, deixando ainda a outra metade por se desintegrar, que também passará pelo período de semidesintegração e assim sucessivamente. E este processo vai acontecendo repetidamente de tal forma que a massa é reduzida, mas nunca chega a ser zero.

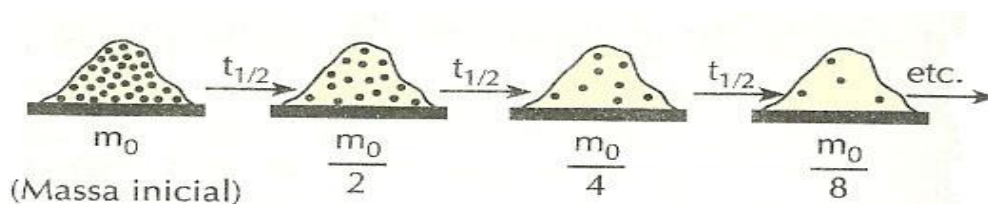
$$M = \frac{M_0}{2^x}$$

Relação massa – meia-vida

M = massa residual (kg)

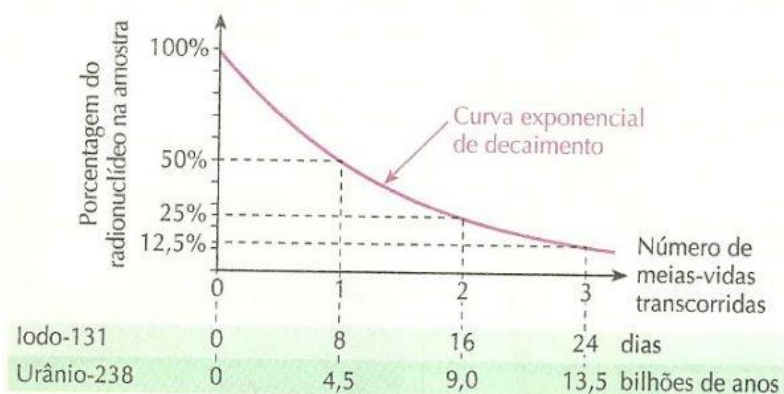
M_0 = massa inicial (kg)

X = quantidade de meias-vidas



O tempo de meia-vida é uma característica de cada Radionuclídeo e não depende da quantidade inicial do Radionuclídeo nem de fatores como pressão e temperatura.

Podemos representar graficamente o processo de decaimento radioativo por meio da chamada curva exponencial de decaimento.



Reações Nucleares

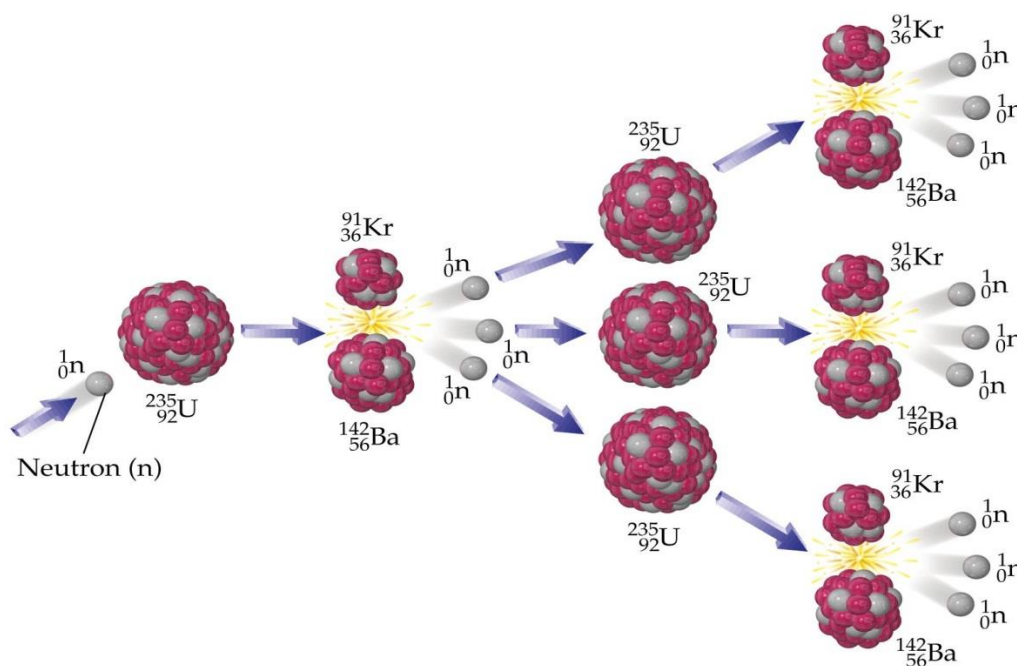
Fissão Nuclear

A fissão nuclear é uma reação que ocorre no núcleo de um átomo. Geralmente o núcleo pesado é atingido por um nêutron, que, após a colisão, libera uma imensa quantidade de energia. No processo de fissão de um átomo, a cada colisão são liberados novos nêutrons. Os novos nêutrons irão colidir com novos núcleos, provocando a fissão sucessiva de outros núcleos e estabelecendo, então, uma reação que denominamos reação em cadeia.

Um parâmetro importante para analisar a estabilidade de um núcleo é a razão entre o número de prótons e o número de nêutrons. Por um lado, a falta de nêutrons pode tornar a distância entre prótons tão pequena que a repulsão se torna inevitável, resultando na fissão do núcleo. Por outro lado, como a força nuclear é de curto alcance, o excesso de nêutrons pode acarretar uma superfície de repulsão eletromagnética insustentável, que também resultaria na fissão do núcleo. Assim, um dos principais fatores para a estabilidade do núcleo é que tenhamos $N = Z$.

Quando o isótopo urânio-235 ($^{235}_{92}\text{U}$) recebe um nêutron, ele passa para um estado excitado que corresponde ao urânio-236 ($^{236}_{92}\text{U}$). Pouco tempo depois esse novo núcleo excitado se rompe em dois novos elementos. Esse rompimento, além de liberar novos nêutrons, libera uma grande quantidade de energia.

Os nêutrons provenientes do rompimento do núcleo excitado vão encontrar novos núcleos, gerando, portanto, uma reação em cadeia. A fim de que os novos nêutrons liberados encontrem novos núcleos, para assim manter a reação em cadeia, após a fissão do núcleo de urânio, deve-se ter uma grande quantidade de urânio-235. Como a concentração de urânio-235 no mineral urânio é pouca, obtém-se o urânio 235 em grande escala através do processo de enriquecimento do urânio.

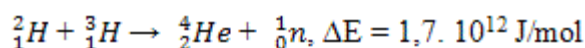


Fissão Nuclear

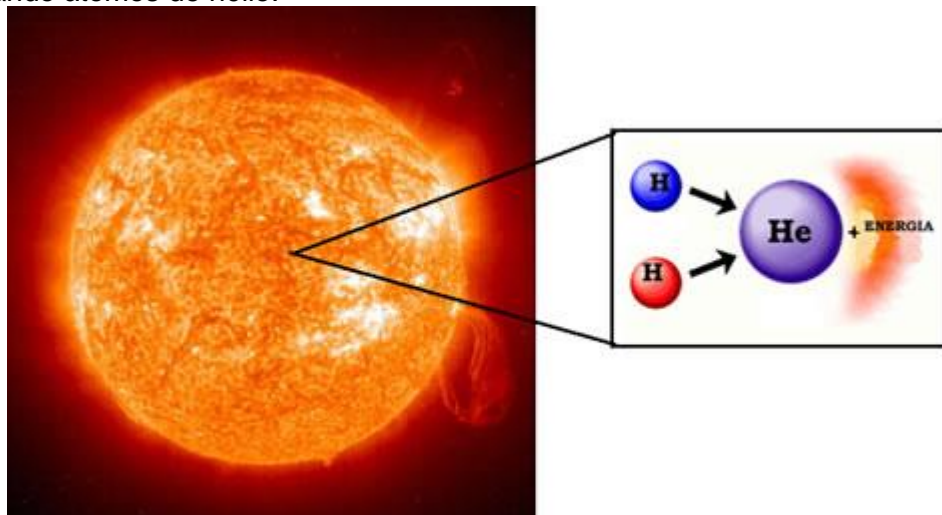
Fusão Nuclear

A fusão é mais fácil com núcleos pequenos porque, uma vez que é necessário haver a colisão e a junção de dois núcleos, a repulsão das cargas positivas desses núcleos será menor. Mesmo assim, é necessária uma energia cinética muito alta para vencer essa repulsão e gerar a colisão.

Abaixo temos um exemplo de fusão nuclear em que se fundem dois núcleos, um de deutério e um de trítio, produzindo átomos de hélio:



Esse tipo de reação é a fonte de energia das estrelas como o Sol. Ele é composto de 73% de hidrogênio, 26% de hélio e 1% de outros elementos. Isso é explicado pelo fato de ocorrerem reações em seu núcleo, conforme mostrado anteriormente, em que átomos de hidrogênio se fundem originando átomos de hélio.



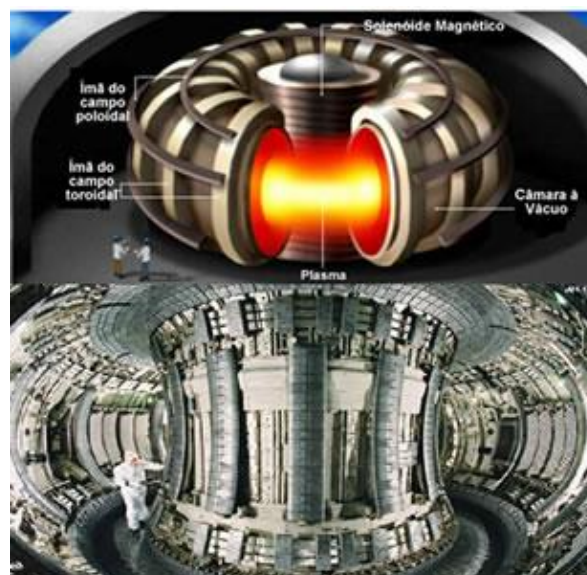
As reações de fusão do hidrogênio são a fonte de energia das estrelas, incluindo o Sol.

A quantidade de energia liberada nessa reação é milhões de vezes maior que a energia de uma reação química comum, e é dois milhões de vezes maior que a energia liberada pela fissão nuclear. Em 1952, o mundo pôde ver o poder dessa reação nuclear quando os EUA lançaram em um atol do Pacífico, a primeira bomba de hidrogênio ("Mike"); esta teve potência mil vezes maior que as bombas de Hiroshima e Nagasaki. O atol foi literalmente vaporizado.

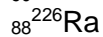
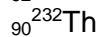
Em razão dessa alta energia liberada, o sonho de muitos cientistas é produzir energia por meio desse tipo de reação. No entanto, isso ainda não é possível, porque reações desse tipo somente ocorrem em temperaturas elevadíssimas, como ocorre no Sol. E não é possível trabalhar ainda de maneira controlada com materiais a milhares de graus Celsius.

Mas os cientistas não desistem. Ao lado temos uma imagem e uma foto real de um tipo de reator, chamado de *tokamak*. Esses tipos de reatores conseguem suportar temperaturas altas, mantendo um plasma longe das paredes, durante pouco tempo, e usando técnicas de confinamento magnético.

Esses tipos de reatores estão sendo testados. E as tentativas não param, afinal de contas a fusão de apenas $2 \cdot 10^{-9} \%$ do deutério daria para fornecer energia elétrica para o mundo inteiro durante um ano.



1- O elemento netúnio (${}_{93}^{237}\text{Np}$), após a emissão de sete partículas alfa e quatro partículas beta, transforma-se em qual elemento químico?



2- (FMTM-2003) No início da década de 1990, um cadáver de homem pré-histórico foi encontrado numa geleira próxima à fronteira entre Itália e Áustria, apresentando um espantoso estado de conservação. Para levantar o tempo, em anos, da sua morte, os cientistas usaram o método da datação pelo carbono 14, resultando em uma taxa de carbono 14 igual a 50% da taxa normal. O tempo levantado pelos cientistas, em anos, foi de, aproximadamente? Dado: meia-vida do carbono 14 = $5,73 \times 10^3$ anos.

Medicina Nuclear

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quadro; ➤ Pincel; ➤ Apagador; ➤ Data Show; ➤ Computador; ➤ Texto. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leitura e discussão acidente nuclear em Goiânia oriundo do lixo hospitalar; ➤ Compreensão sobre Medicina Nuclear. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compreender as aplicações da Radioatividade; ➤ Identificar aplicações da Radioatividade no cotidiano; ➤ Descrever o acidente nuclear em Goiânia considerando as dimensões conceituais e sociais envolvidas nesse fato.

Atividade 01- Aula

Medicina Nuclear

O estudo da Radioatividade possibilitou observar as amplas aplicações benéficas que esta tem na medicina. Atualmente, mais de uma centena de isótopos radioativos são usados, nas mais diversas áreas da medicina, chegando ao ponto de inaugurar uma nova área de trabalho e pesquisa, denominada de Medicina Nuclear.

Dentro do estudo da Medicina Nuclear estão:

Radiofármacos: Os radiofármacos são moléculas ligadas a elementos radioativos (radioisótopos ou radionuclídeos) que são usados no diagnóstico e tratamento de seres vivos.



Radiofármaco

Os radioisótopos

artificiais usados nos radiofármacos são utilizados em quantidades de traços, sendo chamados de radiotraçadores ou traçadores radioativos. Eles são usados para realizar um mapeamento dos órgãos, pois eles possuem a capacidade de se transportar pelo corpo e se concentrar em determinados tecidos. Assim, eles podem ser usados para duas finalidades: diagnosticar patologias e disfunções do organismo e na terapia de doenças, particularmente no tratamento de tumores radiosensíveis.



Tomografia por Emissão de Pósitron

No diagnóstico de patologias, o paciente recebe uma dose de determinado radiofármaco e visto que os radiotraçadores emitem radiações, elas são detectadas por meio de um equipamento chamado câmara gama ou câmara de cintilação, que converte a radiação em uma imagem cintilográfica ou em plano único, que representa o órgão ou sistema avaliado.

Há também o PET (sigla do inglês, *pósitron emission tomography*, isto é, Tomografia por Emissão de Pósitron) que permite a obtenção de imagens do processo bioquímico do tecido ou órgão *in vivo*, ou seja, por meio do metabolismo celular é possível distinguir lesões benignas de malignas.

O radioisótopo iodo-131 é usado tanto na avaliação, quanto na terapia do câncer de tireoide. Ele se acumula nesse órgão e emite radiações gama que destroem as células cancerígenas que estão mais fragilizadas que as células saudáveis.

O samário-153 é usado no tratamento de câncer ósseo, emitindo radiação beta e gama, além de atuar como analgésico, diminuindo a dor causada pela disseminação do câncer.

O gálio-67 é útil na detecção de regiões que estão acometidas por tumores e existem ainda muitos outros radioisótopos que são usados.

Para cada enfermidade ou avaliação médica, a escolha do radioisótopo, da quantidade aplicada e da forma como é utilizada deve ter, como critério, a relação risco-benefício.



Região de atuação do iodo-131

Atividade 02- Leitura e Discussão do texto

Revista Ciência em Foco

Perigos do descarte incorreto de lixo hospitalar radioativo

Pó brilhante oriundo de lixo hospitalar é causador de morte em Goiânia



Cloreto de Césio-137

No mês de setembro de 1987, provavelmente no dia 13, teve início o que foi considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior acidente radioativo do mundo fora de usinas nucleares: o acidente com Césio-137 em Goiânia.

O Césio-137 é um isótopo radioativo do elemento químico césio que é usado em equipamentos de radiografia. Ele era usado na forma de um sal — o cloreto de césio (CsCl) — pelo antigo Instituto Goiano de Radioterapia (IGR), que o guardava dentro de uma bomba ou cápsula revestida de uma caixa protetora de aço e chumbo.

Quando esse hospital foi desativado, os rejeitos radioativos não

receberam o destino adequado, mas ficaram entre os escombros. Com isso, essa cápsula com césio foi encontrada por dois sucateiros, que a violaram e venderam-na para um ferro-velho.

No ferro-velho, a caixa foi aberta que continha a cápsula a fim de aproveitar o chumbo, mas ao fazer isso foi liberado para o meio ambiente cerca de 19 g de cloreto de césio-137.

Esse acidente mostrou o quanto pode ser perigoso a manipulação sem conhecimento e



Lixo Nuclear gerado por Cloreto de Césio-137

preparo de materiais radioativos. Esse sal emite um brilho azulado muito bonito, o que encantou o dono do ferro-velho que acabou distribuindo o material a amigos e familiares. Alguns chegaram até mesmo a passar o cloreto de cézio-137 na pele.

O material que emitia um brilho bonito foi compartilhado na comunidade. Em virtude da falta de conhecimento da população, dezenas de pessoas foram contaminadas, e os primeiros sintomas que apareceram apenas algumas horas depois foram náuseas, vômitos, tontura e diarreia.

A esposa do dono do ferro velho e portador do sal radioativo, suspeitou do material e levou partes da bomba para a sede da Vigilância Sanitária. A partir de então, teve início uma força-tarefa para remover os objetos contaminados e tratar as vítimas. Os dados apontam que 249 pessoas foram examinadas e, destas, 22 foram isoladas em razão da alta taxa de contaminação. Passaram a receber monitoramento 129 pessoas, e 14 estavam com um quadro clínico muito grave. Houve quatro vítimas fatais poucas semanas. Para entender como é feito o processo de descontaminação, leia o texto *Descontaminação de pessoas que entram em contato com a radioatividade*.



Rapaz que perdeu parte da palma da mão e partes de um dedo gerado por Cloreto de Césio-137

Os rejeitos do acidente com cézio-137 chegaram a um volume de sete toneladas, que foram colocadas em tambores envoltos por concreto e depositadas em Abadia de Goiás, a 25 km do centro de Goiânia. Esses rejeitos foram colocados em uma espécie de piscina de concreto impermeabilizada que foi coberta por concreto e vegetação. Esse lixo atômico envolve plantas, animais, materiais de construção e objetos provenientes do hospital abandonado, do ferro-velho e de toda a vizinhança. Nos anos subsequentes, outras pessoas também morreram em razão da exposição à radiação. Além disso, muitos carregam traços deixados pela radiação, por exemplo, um rapaz que perdeu parte da palma da mão e partes de um dedo.

Texto Adaptado, Fonte:

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/acidente-com-cesio137-goiania.htm>

Atividade 03- Questionário

- 1- Por muito tempo a radioatividade sempre foi vista como vilã devido o grande poder de devastação causada pelas reações nucleares, mas sabemos das diversas aplicações para a medicina. Qual a sua opinião sobre a Radioatividade?
- 2- Qual a importância do descarte correto de lixo hospitalar? Qual a sua opinião sobre o lixo produzido pelo acidente nuclear ocorrido em Goiânia? As medidas tomadas foram suficientes para isolar a radiação presente no material?

Avaliação

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
➤ Questionário.	➤ Resolução do questionário.	➤ Desenvolver através do questionário reflexões acerca da natureza da ciência, embasados no conhecimento construído durante a aplicação da SEA.

Atividade 01 - Questionário

- 1- O que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?
- 2- A ciência torna a vida das pessoas melhor?
- 3- Os cientistas devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas?
Quem pode controlar a evolução tecnológica e seu uso?

A Vida dos Cientistas

Materiais utilizados	Desenvolvimento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Texto; ➤ Datashow; ➤ Questionário. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais e econômicos da vida de Henri Becquerel e Marie Curie. ➤ Resolução do questionário. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Promover discussões sobre os aspectos sociais e econômicos da vida dos cientistas, analisando como os interesses pessoais e da comunidade científica, podem interferir na produção de conhecimento científico. ➤ Desenvolver através do questionário reflexões acerca da natureza da ciência, embasados no conhecimento construído durante a aplicação da SEA.

Atividade 01 – Leitura e discussão do texto



Radioatividade

O CIENTISTA POR TRÁS DA DESCOBERTA.

Você já parou para pensar sobre como era a vida dos cientistas? O que eles faziam além das atividades no laboratório? Sabemos que as descobertas não ocorrem ao acaso, na verdade elas são fruto de longos períodos de estudo, debates, reflexões, tentativas e dúvidas. Mas, você já parou para pensar quais trajetórias levaram alguns cientistas a fazerem feitos os quais gravaram seus nomes na história? Convido você a conhecer um pouco da vida de dois cientistas que fizeram história e até hoje são alvo de discussões acerca de qual deles descobriu a radioatividade.

Agora, ficou fácil saber de quais cientistas estou falando. São eles sim: Antoine Henri Becquerel (1852-1908) e Marie Skłodowska Curie (1867-1934). Vamos lá, conhecer um pouco mais sobre a vida desses cientistas. Mas, antes, vamos entender sobre a situação econômica e política do país onde eles viviam.

Panorama da História da França no final do Século XIX e início do Século XX

O período correspondente ao final do século XIX a meados do século XX foi caracterizado por frequentes momentos de instabilidade política e econômica na França. No século XIX, a França não era apenas monarquia, mas, um Império. O imperador era Napoleão III, que esteve no poder até ser preso pelos alemães, na guerra Franco-prussiana de 1870. A situação nesse momento era tão caótica, que ninguém mais sabia quem daria continuidade ao governo francês.

Após vários embates entre grupos políticos rivais na disputa pelo poder, estabelece-se a chamada Terceira República Francesa, que seguia um sistema parlamentar, com uma Assembleia e um Presidente da República. Todavia, todo o período do final do século XIX é muito instável politicamente na França: os presidentes são frequentemente depostos, assassinados e o país sofre diversas crises. Assim, a Terceira República Francesa (1871-1940) é caracterizada pelos ânimos fortes, pela radicalização das posições políticas e pela constante aparição de escândalos e crises políticas.

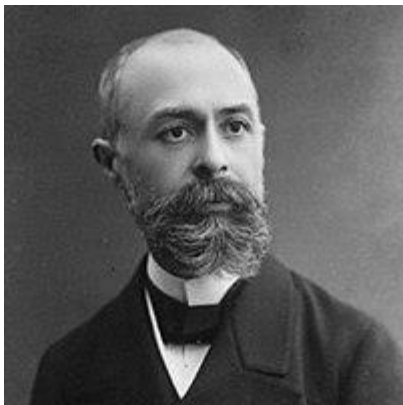
Através das eleições de 1879, a Terceira República passa a se fortalecer e a França chega a alcançar um período de desenvolvimento econômico e social que seria interrompido apenas em 1914, com uma guerra provocada pela Alemanha (a Primeira Guerra Mundial), da qual saiu vitoriosa, mas esgotada (1918).

Outra característica marcante desse período foi o desenvolvimento científico e tecnológico que ocorreu em todo mundo, apesar da passagem pela Primeira Guerra Mundial. O século XIX foi palco do surgimento das sociedades científicas especializadas, que suplementavam as academias científicas já estabelecidas. Neste período evidenciou-se a necessidade do desenvolvimento de técnicas mais elaboradas para atender às necessidades dos crescentes estudos científicos. Além disso, a ciência começou a apresentar aspectos mais públicos, pois suas consequências práticas estavam presentes na vida diária.

A ciência, que começou a avançar com muita velocidade no século XIX, progrediu ainda mais rapidamente no século XX. As descobertas científicas se tornaram mais frequentes e a comunidade científica passou a utilizar-se cada vez mais de equipamentos mais sofisticados, gerando resultados que teriam maravilhado as mentes de gerações anteriores. Os trabalhos científicos forneceram novas provas detalhadas, o que levou ao desenvolvimento de conceitos complexos e específicos sobre o mundo e os fenômenos que o rodeiam. Nesse sentido, a ciência no século XX foi transformada, sobretudo, pelo crescente desenvolvimento tecnológico que auxiliou nas pesquisas em diversos campos.

Antoine Henri Becquerel (1852-1908)

Antoine Henri Becquerel nasceu em Paris, em 15 de dezembro de 1852, e faleceu em Croisic, na França, em 1908. Descendeu de uma família de cientistas e acadêmicos, dos quais podemos destacar seu avô, Antoine César Becquerel, que foi um dos inventores de um método eletrolítico para a extração de metais provenientes das minas, e seu pai, Alexandre Edmond Becquerel, professor de física aplicada, que desenvolveu pesquisas sobre fenômenos tais como a radiação solar e a fosforescência.



Antoine Henri Becquerel

Em 1872, Becquerel entrou para a escola politécnica, saindo em 1874 para juntar-se ao corpo do departamento governamental de Ponts e Chaussées, onde, em 1877, tornou-se engenheiro de pontes e estradas e, posteriormente, engenheiro chefe. Em 1888, obteve o grau de doutor e, no ano seguinte, foi nomeado para assistente no Museu de História Natural, ficando a seu cargo a cadeira de Física Aplicada, deixada pelo seu pai. Quatorze anos mais tarde, ele foi nomeado professor de Física Aplicada no Departamento de História Natural no Museu de Paris e em 1895 tornou-se professor da escola politécnica.

Becquerel casou com Lucie Jamin, filha do seu professor de Física da escola politécnica, e tiveram um filho, nascido em 1898, que foi também físico (a quarta geração de cientistas na família Becquerel).

Becquerel desenvolveu pesquisas relacionadas a óptica. Em seguida, ele dedicou-se aos estudos dos espectros de infravermelho, fazendo observações visuais por meio da luz emitida a partir de certos cristais fosforescentes sob iluminação infravermelha. Ele então estudou a absorção da luz em cristais. Com essas pesquisas, Becquerel obteve seu doutorado pela Faculdade de Ciências de Paris em 1888 e foi eleito para a Academia de Ciências, em 1889.

Dentre os vários estudos desenvolvidos por Becquerel, evidencia-se a sua participação no episódio da descoberta da radioatividade, sendo que, alguns estudiosos o consideraram descobridor deste fenômeno. Ele interessou-se pelos resultados das pesquisas desenvolvidas por Roentgen, as quais relacionavam-se a fenômenos luminescentes. Em 1895, Roentgen descobriu que os raios X podiam provocar fluorescência em certos materiais. Becquerel ficou, então, curioso para saber se o contrário também era possível: se uma substância fluorescente emitiria raios X, desenvolvendo uma série de experimentos em torno dessa questão. Hoje, sabe-se que os raios X

foram produzidos através da colisão dos raios catódicos com a parede do tubo estudado por Roentgen, sendo esta uma radiação que não ocorre naturalmente.

Becquerel desenvolveu seus experimentos com sais de Urânio. Ele havia herdado de seu pai uma mina desse elemento. Os resultados experimentais evidenciaram que tais substâncias eram capazes de emitir radiações mesmo sem que fossem expostas a luz solar, como suposto por Becquerel. Os resultados dos experimentos desenvolvidos por Becquerel foram apresentados à comunidade científica, tornando esse trabalho público, o que daria suporte para pesquisas posteriores abordando tal tema. Dois anos depois, Marie Curie daria a essa nova forma de radiação o nome de raios de Becquerel e, posteriormente, de radioatividade. Os estudos de Marie tomaram, entretanto, um rumo diferente do seguido por Becquerel.

Henri Becquerel descobriu que o urânio e seus compostos emitiam uma radiação penetrante e interpretou o fenômeno como um tipo de fosforescência invisível. Assim como Charles Henry, Gaston Niewenglowski e outros autores, Becquerel foi guiado pela sugestão de Poincaré de que os materiais luminescentes talvez emitissem raios X.

Somente em 1899 começou a ser esclarecida a natureza das próprias radiações emitidas pelos corpos radioativos, mostrando-se que não se tratava de raios X e, em 1902-03, foi finalmente formulada a teoria da transformação radioativa, por Rutherford e Soddy, em continuidade aos trabalhos de Marie Curie.

Becquerel também é autor de estudos detalhados sobre as propriedades físicas do cobalto, níquel e ozônio. Estudou como os cristais absorvem a luz, e pesquisou a polarização da luz. Além de ser um ganhador do Prêmio Nobel, Becquerel foi eleito membro das Academias de Ciências da França. Foi membro também da Academia Dei Lincei e da Royal Academy de Berlim, entre outros. Ele também foi feito um oficial da Legião de Honra. Becquerel publicou suas descobertas em muitos papéis, principalmente nos Anais de Física e Química e nos Anais da Academia de Ciências.

Marie Sklodowska Curie (1867-1934)

Em uma época em que a ciência era dominada pelos homens, Marie Curie fez uma verdadeira revolução no meio científico e na própria história ao ser a primeira mulher do mundo a ganhar um Prêmio Nobel. Sua maior contribuição para a ciência é considerada, por vários historiadores, a descoberta da radioatividade e de novos elementos químicos.

Nascida em Varsóvia, na Polônia, em 1867, a caçula da família Sklodowska, foi batizada como Maria. Aos 04 anos, a jovem polonesa sofreu com a morte de sua mãe, vítima da

tuberculose, e aos 11 anos ela perdeu sua irmã mais velha, que morreu de tifo (febre tifoide). A tuberculose era uma doença pouco conhecida na época. Quem a contraía temia transmiti-la para outras pessoas. Deste modo, Maria pouco teve o afeto de sua mãe o que, posteriormente, poderia tê-la tornado fria e distante, sem muitas demonstrações de afeto.

Maria era filha de professores que lutavam pela liberdade do seu país, a Polônia, que estava dominada pela Rússia. O pai de Maria buscava uma educação igualitária para homens e mulheres e foi ele quem a encorajou a se interessar pela ciência. Maria terminou os estudos aos 15 anos e passou a trabalhar como professora em uma universidade clandestina, na qual ministrava aulas de ciência e de cultura do país. Ela atuou também como preceptora com o intuito de financiar os estudos de sua irmã em Paris, com o acordo de que mais tarde, sua irmã também lhe ajudaria a continuar os estudos em Paris.



Marie Sklodowska Curie

Apesar de Maria já ter concluído o colegial, não conseguiu estudar na Universidade de Varsóvia, na Polônia, porque a instituição não aceitava estudantes do sexo feminino. Aos 17 anos, ela se mudou para Paris para estudar Física na Universidade Sorbonne. Maria optou por morar em um apartamento péssimo, mas que era próximo da universidade, de forma que pudesse ter mais tempo para estudar. Ela vivia sem dinheiro, e por muito tempo sobreviveu de pão e chá.

No fim, Maria colheu os frutos do esforço: ela foi uma das melhores alunas de sua turma, recebeu o diploma em Física em 1893 e ganhou uma bolsa para estudar matemática na mesma instituição. Ela foi uma das primeiras mulheres a estudar nessa instituição e a primeira a finalizar os estudos em Física com a mais elevada classificação entre todos os examinados, tornando-se, mais tarde, a primeira mulher a lecionar nessa importante instituição de ensino europeia. Depois de formada, foi a primeira classificada para o mestrado em Física e, no ano seguinte, a segunda para o mestrado em Matemática.

Em 1894, Maria conheceu o professor de Física Pierre Curie, com quem hesitou em casar-se inicialmente. Todavia, as semelhanças entre os objetivos de vida traçados por Maria e Pierre eram tão alinhados um ao outro que o casamento logo acontecera. Sendo assim, Maria após o casamento, passou, então, a ser chamada de Marie Curie.

Em 1896, o cientista Antoine Henri Becquerel incentivou o casal Curie a estudar as radiações por ele descobertas, emitidas pelos sais de urânio. Marie era aluna de doutorado de Becquerel e como não havia espaço para mulheres no meio acadêmico, ela desenvolveu suas pesquisas junto a Pierre em um laboratório muito precário localizado nos fundos da universidade que Pierre trabalhava.

Após alguns anos de pesquisas ao lado de Pierre e Becquerel, Marie recebeu, em 1903, o Prêmio Nobel de Física, em reconhecimento pelos extraordinários serviços obtidos em suas investigações conjuntas sobre os fenômenos da radiação, tornando-se a primeira mulher a receber a honraria.

As pesquisas realizadas por Marie resultaram na descoberta de dois novos elementos químicos: o Polônio, que ganhou este nome em homenagem ao seu país natal, e o Rádio. As pesquisas do casal Curie abriu um novo caminho a ser explorado na pesquisa científica e médica, levando muitos cientistas da época a estudar o assunto.

Porém, o reconhecimento do trabalho de Marie não aconteceu tão facilmente. A Academia de Ciências francesa era um reduto masculino e assim permaneceria por muitos anos. Deste modo, era considerado constrangedor aos acadêmicos indicar uma mulher que, além disso, não era de origem francesa, ao Prêmio Nobel, sendo este de tão elevado prestígio, e ao qual eles não haviam tido acesso. O prêmio seria dado apenas a Pierre; porém, o mesmo insistiu que sua esposa, que tanto contribuiu com seus estudos e pesquisas, tivesse a mesma honraria. Seguiu-se então uma certa disputa sobre se a atribuição deveria ser no domínio da Física ou da Química. O comitê ligado à atribuição do prêmio em Química concordou que em Física seria mais apropriado, desde que com a motivação expressa adequadamente por escrito. Deste modo, o Prêmio Nobel da Física de 1903 foi partilhado da seguinte maneira: metade para Antoine Henri Becquerel e a outra metade para o casal Curie, Pierre e Marie.



Marie e Pierre Curie

Na cerimônia, em Estocolmo, nenhum dos membros do casal estava presente, pois não estavam em condições físicas para deslocarem-se à Suécia. Os efeitos da exposição à radiação já eram sentidos pelo casal.

Pierre morreu aos 46 anos em um acidente trágico, em que escorregou em uma calçada molhada e acabou sendo atropelado por uma carruagem. A morte de Pierre, em 1906, foi uma perda muito grande para Marie, pois além de perder seu companheiro de vida, estava perdendo também seu companheiro de estudos. Porém, ela continuou a estudar a radioatividade,

principalmente suas aplicações terapêuticas. Em 1911, recebeu outro prêmio, desta vez o Nobel de Química – por suas pesquisas com o rádio, tornando-se a primeira pessoa, até então, a ganhar duas vezes o Prêmio Nobel. Numa atitude altruísta, ela acabou não patenteando o processo de isolamento do rádio, permitindo, assim, a investigação das propriedades desse elemento por toda a comunidade científica.

Essa cientista polonesa foi uma das fundadoras do Instituto do Rádio, em Paris, onde se formaram cientistas de importância reconhecida. Foi nos finais de 1909 que surgiu a proposta para a construção de um Instituto de Rádio. A priori foi uma ideia de Pierre Paul, um médico, bacteriologista e imunologista parisiense, diretor do Instituto Pasteur, que via nessa aliança da investigação médica as potencialidades da cura do cancro através da emissão do Rádio, isto é, por radioterapia. A causa era importante e, ainda mais, constituiria uma homenagem a Pierre Curie e um lugar de investigação adequado para Marie. Ela empenhou-se a fundo na execução. Os trabalhos de edificação começaram em 1911 e terminaram em 1914, exatamente quando a primeira Grande Guerra começou.

Esta mulher dispôs de si e de sistemas radiológicos móveis para enfrentar de perto os campos de batalha e salvar feridos de guerra. Ela abriu fronteira ao Rádio quando decidiu recusar-se a patentear-lo. Entregou também o quantitativo do seu segundo Prêmio Nobel a uma França empobrecida pela guerra. Em 1922, Marie Curie tornou-se membro associado da Academia de Medicina. Faleceu em julho de 1934, devido a uma leucemia causada pela longa exposição aos elementos radioativos com os quais trabalhou em suas pesquisas. Em 1995, seus restos mortais foram trasladados para o Panteão de Paris, tornando-se a primeira mulher a ser sepultada nesse local.

Outro legado de Marie foi sua filha Irène Joliot-Curie que, inspirada pela mãe, trabalhou com o marido, Frédéric Joliot, nos campos da estrutura do átomo e física nuclear, demonstrando a estrutura do nêutron e descobrindo a radioatividade artificial. O feito rendeu a Irène o Prêmio Nobel de Química, em 1935, um ano após a morte da mãe.

Marie tinha 29 anos quando deu à luz a Irène e 37 quando foi a vez de Ève. A diferença de idade entre as duas meninas, pouco mais de sete anos não seria tão significativa se as substâncias radioativas utilizadas por Marie em seus trabalhos não lhe tivessem proporcionado grande diferença física. Quando Ève nasceu, sua mãe aparentava ser uma velha senhora.

Irène foi confrontada com a morte de dois entes queridos precocemente, o que deixara nela uma marca para toda vida. Ela se mostrara tímida e completamente muda perante estranhos, recusando-se mesmo a qualquer singelo cumprimento. Após alguns anos do falecimento de sua mãe, Irène passa a exercer a direção do Laboratório Curie no Instituto do Rádio.

Marie Curie não gostava mais de uma filha que de outra, mas certas características de personalidade e atributos de índole intelectual de Irène, que os amigos sempre consideram semelhantes aos do seu pai, fizeram com que Marie encontrasse em sua filha mais velha a colaboradora ideal e sua natural herdeira.

Texto Adaptado, fontes:

CANAL CIÊNCIA. Marie Curie: Vida, obra e descobertas. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/personalidades_ciencia/Marie_Curie.html> Acesso em: 22/10/2017 horas.

GONÇALVES-MAIA, R. Marie Skłodowska Curie: Imagem de outra face. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012

INFOPÉDIA. Antoine Henri Becquerel. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/\\$antoine-henri-becquerel](https://www.infopedia.pt/$antoine-henri-becquerel)> Acesso em: 20/10/2017 às 15:30 horas.

MOREIRA, J. 5 Coisa que você precisa saber sobre Marie Curie. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/07/5-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-marie-curie.html>> Acesso em: 29/10/2017 às 19:12 horas.

PORTAL SÃO FRANCISCO. Biografias Antoine Henri Becquerel. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/biografias/antoine-henri-becquerel>> Acesso em: 22/10/2017 às 18:42 horas.

QUÍMICA RESOLVE. Documentário – Radioatividade – Os Curie. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=TSTM1y1tWu8>> Acesso em: 13/11/2017 às 06:34 horas.

RONAN, C. A. História Ilustrada da Ciência: A Ciência nos Séculos XIX e XX. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1987.

WIKIPÉDIA. A História da França. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_Fran%C3%A7a#S.C3.A9culo_XX> Acesso em: 29/10/2017 às 16:21 horas.

Atividade 02 – Questionário de debate

- 1- Que aspectos da vida de Becquerel informados no texto lhe chamam atenção? Comente.
- 2- Que aspectos da vida de Marie informados no texto lhe chamam atenção? Comente.
- 3- Que eventos apresentados no texto indicam as relações entre os cientistas na comunidade científica? Descreva.
- 4- Os cientistas são pessoas diferentes das demais? Discuta sobre isso.
- 5- Os cientistas conseguem estar alheios à interesses pessoais e sociais? Justifique.
- 6- O que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento?

Atividade 03 – Questionário avaliativo

- 1- O que você entende por método científico?
- 2- O que é descoberta do ponto de vista da ciência? Explique.
- 3- Descreva algumas características do trabalho científico.
- 4- O que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento? Comente.
- 5- O que você entende por radiação?
- 6- Quais os tipos de radiação você conhece? Como podemos classifica-las?
- 7- O que você entende por radioatividade?
- 8- Cite as principais características das partículas α e β e da radiação γ ?
- 9- Descreva os fenômenos de fusão e fissão nuclear.
- 10- Quais as similaridades e diferenças entre a radiação conhecida como Raios X e o fenômeno da radioatividade?

Referências

- ALMEIDA, Frederico Borges de. "Meia-Vida"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/meiavida.htm>>. Acesso em 19 de janeiro de 2017.
- CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luís Fernando. Planeta Química. 1º edição. São Paulo: Editora Ática, 2012.
- Disponível em <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Ondas2.php> Acesso em 22 de outubro de 2016
- Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Radia%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em 02 de setembro de 2016
- Disponível em <<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/a-descoberta-radioatividade.html>> Acesso em 16 de novembro de 2016
- Disponível em <<http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-acidente-com-cesio-137.htm>> Acesso em 19 de dezembro de 2016
- Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/acidente-com-cesio137-goiania.htm>> Acesso em 17 de outubro de 2016
- Disponível em <<http://scienceblogs.com.br/dragoesdegaram/2015/07/dragoes-de-garam-57-radiacao/>> Acesso em 22 de setembro de 2016
- Disponível em <http://www.cetac.com.br/rg_historico_raiox.ht> Acesso em 13 de agosto de 2016
- Disponível em <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html> Acesso em 08 de outubro de 2016
- Disponível em <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/radioatividade-atraves-de-experimentos-o-experimento-de-becquerel/557>> Acesso em 30 de outubro de 2016
- Disponível em <<http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/comprimento/comprim.html>> Acesso em 23 de setembro de 2016
- Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=ampola+de+crookes&espv=2&biw=1024&bih=445&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjRpt-Um8nRAhWMgZAKHYtIDyoQ_AUIBygC#imgsrc=FINUOH3Do2-dxM%3A> Acesso em 17 de agosto de 2016.
- FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Fusão Nuclear"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/fusao-nuclear.htm>>. Acesso em 19 de janeiro de 2017.
- LISBOA, Júlio César Foschini. Química Ser Protagonista. 1º Edição. São Paulo: Edições SM, 2010.
- PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. Química na Abordagem do cotidiano. 4º edição, vol. 02. São Paulo: Moderna, 2006.
- SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Como funciona uma usina nuclear?"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-funciona-uma-usina-nuclear.htm>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.
- SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Fissão Nuclear"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/fissao-nuclear.htm>>. Acesso em 19 de janeiro de 2017.
- SOUZA, Líria Alves de. "Radiações Alfa, Beta e Gama"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/radiacoes-alfa-beta-gama.htm>>. Acesso em 18 de janeiro de 2017.
- SOUZA, Líria Alves de. "Usina Nuclear"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/usina-nuclear.htm>>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

ANEXOS

**ANEXO 01: Termo de Consentimento Livre e
Esclarecido**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PAI OU RESPONSÁVEL PELO ALUNO MENOR DE IDADE)**

Eu, _____,
pai/responsável pelo menor _____, aluno(a)
do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe, dou consentimento para que ele(a)
participe da pesquisa de mestrado intitulada “As Contribuições da Utilização de uma Sequência de
Ensino-Aprendizagem para a Compreensão da Natureza da Ciência a Partir do Estudo de
Radioatividade”, coordenada pela Profa. Jennyfer Alves Rocha, matrícula na UFS 201611004104,
orientada pela Profa. Dra. Adjane da Costa Tourinho e Silva. E-mail:
jennyferalvesrocha@hotmail.com.

O meu consentimento dá-se nas seguintes condições:

- 1) Autorizo a filmagem, em vídeo, da aplicação da Sequência de Ensino-Aprendizagem compreendida em 2018, das quais o(a) referido(a) aluno(a) participa.
- 2) Autorizo o uso dos dados em vídeo para produção de transcrições e análise, desde que os resultados apresentados em congressos, periódicos especializados e outras publicações científicas, mantenham o anonimato do(a) referido(a) aluno(a).
- 3) Mesmo tendo aceitado participar da pesquisa, o(a) referido(a) aluno(a), por diferentes motivos, pode abandoná-la em qualquer momento sem sofrer quaisquer tipos de dano.

Declaro haver lido o presente termo e entendido as informações fornecidas pela coordenadora da pesquisa e sinto-me esclarecido(a) para permitir a participação, como sujeito, do(a) aluno(a) acima citado, do(a) qual sou responsável.

Declaro, outrossim, que tenho conhecimento de que essa pesquisa encontra-se devidamente cadastrada no Conselho Nacional de Ética em Pesquisa e no Comitê de Ética da UFS, estando submetida às normas desses órgãos, os quais zelam pela dignidade e autonomia dos sujeitos de pesquisa.

Por ser verdade, firmo o presente, em três vias, duas das quais serão devolvidas ao pesquisador e uma ficará em meu poder.

Aracaju, de de 2018

Assinatura:

Documento de identidade do pai ou responsável:

ANEXO 02: Termo de Anuência

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

O Colégio de Aplicação - CODAP/UFS está de acordo com a execução do projeto A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DO ESTUDO DE RADIOATIVIDADE: CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM, coordenado pela pesquisadora Jennyfer Alves Rocha, que está sob a orientação da Prof^a. Dr^a Adjane da Costa Tourinho e Silva, da Universidade Federal de Sergipe.

Ciente de que o objetivo é analisar o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem elaborada na perspectiva da História e Filosofia da Ciência, verificando as suas contribuições para a percepção dos alunos sobre a Natureza da Ciência e elaboração conceitual em torno do tema radioatividade, a instituição assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa nesta Instituição durante a realização da mesma.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 466/2012 do CNS e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

São Cristóvão _____ de _____ de _____

Responsável institucional

ANEXO 03: Comprovante de Envio ao Comitê de Ética

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DO ESTUDO DE RADIOATIVIDADE: CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Pesquisador: JENNYFER ALVES ROCHA

Versão: 1

CAAE: 83871818.3.0000.5546

Instituição Proponente:

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 015090/2018

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DO ESTUDO DE RADIOATIVIDADE: CONTRIBUIÇÕES DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM que tem como pesquisador responsável JENNYFER ALVES ROCHA, foi recebido para análise ética no CEP UFS - Universidade Federal de Sergipe em 28/02/2018 às 09:31.

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: Sanatório

UF: SE

Município: ARACAJU

Telefone: (79)3194-7208

CEP: 49.060-110

E-mail: cephu@ufs.br

ANEXO 04: Transcrições dos Episódios

Transcrição de Episódios - Mapa de episódio 01

Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa

Aulas que compõem o mapa:

Aula 01- Consiste na apresentação da Sequência de ensino e aprendizagem, identificação das concepções prévias dos alunos seguido da problematização que deu suporte para as discussões posteriormente.

Aula 02 - Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca do conceito de radiação, seguindo de sua classificação e tipos de radiações.

Aula 03 – Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca do conceito de ondas apresentados suas características específicas.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 09: Leitura das questões do questionário-prévio e discussão da questão problematizadora sobre o acidente radioativo com o Césio 137.
01	P01: Gente, todo mundo recebeu um questionário o qual vocês responderam algumas perguntas. A primeira pedia pra que vocês descrevessem o trabalho dos cientistas ou o trabalho científico, eu não vou discutir isso agora com vocês, mas será discutido ao longo das aulas, foi só pra dar uma ideia em geral do que está por vir, certo? O que vocês entendem por radiação? Então alguns já estudaram a radioatividade, já estudaram as radiações, e alguns acidentes como o de Chernobyl ou o que ocorreu com o Césio 137, já tem ideia do que seja radiação, mas mesmo assim vamos retomar algumas concepções. É... Use seus conhecimentos para definir Raios X e radioatividade. Nós temos dois temas aí que eu acredito que esteja bem presente e que são bem pertinente na vida de vocês. Raio X então, acho que todo mundo aqui já fez uma radiografia e principalmente quem usa aparelho nos dentes, quem já quebrou o braço ou quebrou o pé. E assim, quão importante é a utilização dos Raios X para identificar fratura nos ossos, enfim. E radioatividade, está presente em diversos lugares e de diversas formas né, no caso o mais conhecido deve ser para a produção de energia elétrica através das usinas nucleares, mas vocês sabiam também que a radioatividade é utilizada na agricultura?
02	A02: Nossa! Como assim?
03	P01: Ela é utilizada também na agricultura, com o intuito de... Manter e conservar os alimentos por mais tempo, então ela age destruindo também organismos patogênicos. Depois eu entreguei pra vocês uma outra questão, que é uma questão problematizadora, para que vocês tenham ideia do que está por vir a frente e o que vamos trabalhar ao final desta sequência e durante ela também, o texto traz algumas informações. O texto (questão problematizadora) diz o seguinte: Um dos maiores acidentes radioativos da história aconteceu com o isótopo Césio 137. Uma pergunta, todo mundo sabe o que é um isótopo? Todo mundo sabe? Ou nunca ouviu falar o que é um isótopo?
04	Alunos: Sim! A gente já ouviu falar.
05	P01: Mas sabem dizer o que é um isótopo?
06	Alunos: Não!
07	P01: Então vamos lá. Vamos lembrar dos modelos atômicos, vamos pensar no átomo, a gente sabe que o que caracteriza um átomo é o núcleo do átomo e no núcleo existe o que?
08	A01: Prótons
09	P01: Prótons e o que mais?

10	A01: E nêutrons.
11	P01: Certo! E externo ao núcleo está a eletrosfera, onde ficam os elétrons. A gente saber que os prótons tem cargas positivas, os nêutrons não tem carga nenhuma e os elétrons que ficam na parte externa ao núcleo tem carga negativa. Existem alguns elementos principalmente na radioatividade que são isótopos uns dos outros. E o que são isótopos? São aqueles elementos que tem o mesmo número de prótons ou o mesmo número atômico. Mas o que é que diferem um do outro? É o número de nêutrons. A gente sabe também que se mede a massa de um átomo a partir da massa dos prótons e nêutrons do núcleo, né isso? Então no isótopo a gente tem uma massa diferente um do outro, porém o número atômico é igual porque o número atômico é o número de prótons. Então, nos isótopos nós temos o número atômico exatamente iguais porém o número de massa é diferente já que o número de nêutrons também é diferente. E se a gente sabe que a massa é a soma da massa dos prótons e dos nêutrons e se o número de nêutrons vai variar obviamente a massa também vai variar. Entendeu? Todo mundo entendeu agora o que é isótopo?
12	Alunos: Hunrum!
13	P01: Ótimo vamos continuar! (Leitura da questão problematizadora) Em setembro de 1986 na cidade de Goiânia-Go quando um aparelho de radioterapia desativado foi encontrado em um ferro-velho. Então, esse acidente que aconteceu com o Césio ocorreu em um lixão com um aparelho de radioterapia que estava desativado, vocês já ouviram falar desse acidente?
14	A04: Já, muitas vezes.
15	P01: E o que vocês sabem desse acidente?
16	A01: Ele foi o maior acidente radioativo que teve no Brasil.
17	<p>P01: Não só no Brasil, mas o acidente com o Césio 137 foi o maior acidente no mundo fora de uma usina nuclear. O maior conhecido foi o de Chernobyl, mas o de Chernobyl ocorreu em uma usina nuclear e com o Césio não, com o Césio foi fora de uma usina nuclear. Esse desastre, esse acidente que ocorreu com o Césio ele fez centenas de vítimas, todas contaminadas através de radiações emitidas por uma cápsula que continha esse isótopo. Então, dentro do aparelho de radioterapia tinha uma cápsula que continha esse isótopo que é o Césio e justamente o acidente aconteceu porque tiveram acesso a essa cápsula e posteriormente acesso direto ao isótopo que estava dentro dela.</p> <p>Este é considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora de usinas nucleares, ele contaminou não apenas as pessoas, mas também as casas os móveis, as roupas, entre outros. A cidade de Goiânia-Go foi uma parte devastada, justamente por causa desse acidente que ocorreu com o Césio, que contaminou outras coisas também não só as pessoas tudo que estava próximo acabou sendo contaminado. Tendo em vista as normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear, todo material contaminado precisou ser descartado. Todo material que teve contato direto com o isótopo precisou ser descartado.</p> <p>Considerando o acidente de Goiânia por que é importante entender radioatividade? O que vocês acham? Entender radioatividade é importante para compreender o que aconteceu em Goiânia com o Césio?</p> <p>Os ruídos impossibilitaram da compreensão da resposta do aluno</p>
18	P01: Então gente o que mais vocês entenderam? (Aguarda alguns segundos) Só ele se dispôs a falar? Ele se saiu muito bem com a resposta, mas gostaria de ouvir vocês também.

19	A02: Se as pessoas que estavam presentes, tivessem o conhecimento sobre radioatividade, não teriam tido acesso a cápsula e não teriam contato que o material que estava lá também.
20	P01: Ótimo, muito bom! Então é nessa ideia mesmo, se as pessoas conseguissem compreender um pouco mais sobre o fenômeno, talvez esse acidente não teria acontecido. E como aconteceu, se as pessoas que tinham que intervir na situação, se não tivessem ideia do fenômeno e o conhecimento sobre radioatividade, não saberia como intervir. Quanto à questão do descarte e as atitudes que foram tomadas pra minimizar os danos desse acidente, só puderam ser tomadas ao conhecimento prévio sobre radioatividade dos agentes. E talvez o acidente poderia ser evitado se as pessoas que inicialmente tiveram contato com a cápsula, tivesse o mínimo de conhecimento sobre radioatividade. Vocês sabem qual foi o tratamento recebidos pelos pacientes que ficaram expostos a radiação? E como é que o lixo foi tratado? Alguém tem alguma ideia?
21	A04: Eu acho que enterrou.
22	A05: Os pacientes tiveram que ficar em isolamento total.
23	A01: O lixo foi enterrado e coberto com chumbo.
24	P01: Posteriormente vamos debater mais sobre isso. Mas realmente o lixo precisou se enterrado com espessas camadas de concreto para evitar a propagação desse tipo de radiação. Uma das coisas que inibi essa propagação é uma camada de concreto espessa ou chumbo.

Transcrição - Mapa de Episódio 02
Fonte de gravação em vídeo: Câmera Fixa
Aula que compõe o mapa

Aula 04 – Caracteriza-se pela leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos Raios X

Obs: A transcrição do episódio 04 deu início a partir da sequência 02 em virtude de que a sequência 01 abordava apenas uma leitura do texto realizada pelos alunos e que não apresentavam dados representativos.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta dos Raios X.
01	P01: Bom gente, antes de começar a discutir sobre o texto eu gostaria que vocês me dissessem o que entenderam desse texto. Qual foi a ideia que vocês tiveram desse texto? Sobre o que o texto falava?
02	Alunos: Da descoberta dos Raios X.
03	P01: Isso, da descoberta dos Raios X, mas e aí? De acordo com o texto como vocês interpretam que tenha acontecido essa descoberta?
04	A04: Foi sem querer.
05	A06: Por acidente.
06	A07: Foi por causa da radiação.
07	A08: Eles estava fazendo um estudo ai descobriu.
08	P01: Gente fale alto.
09	A09: Ele descobriu o Raio X por acidente.
10	P01: Acidentalmente, então foi uma descoberta acidentalmente. Mas eu queria mais características dessa descoberta acidental.
11	A06: Ele foi fazer uma coisa e acabou achando outra.
12	P01: O que ele estava tentando fazer então?
13	A09: Ele estava estudando a condutibilidade dos gases a baixa pressão.

14	A02: É isso aí que ele falou.
15	P01: Oi? O que ele estava estudando?
16	A09: Ele estava estudando a condutibilidade dos gases a baixa pressão.
17	P01: Ele estava estudando a condutibilidades dos gases a baixa pressão e o que foi que ele notou?
18	A01: Que havia uma fluorescência toda vez que a ampola era ligada.
19	P01: E o que mais? O que mais vocês conseguiram identificar? ... Mais nada? Vamos lá eu vou fazer uma segunda leitura do texto e nós vamos discutir alguns pontos. (Iniciou a leitura do texto) Então, vocês entenderam como acontecia o funcionamento da ampola de Crookes? Porque, na verdade foi a partir do estudo da ampola de Crookes que Roentgen chegou a descoberta que hoje conhecemos como Raios X. Vocês conseguiram entender como era que essa ampola funcionava?
20	Alunos: Não!
21	P01: Ninguém conseguiu entender?
22	A02: Sim. Que tinha um burquinho que entrava ar. Eu só entendi isso.
23	P01: Bom, essa aqui como vocês podem ver é a ampola de Crookes, porém no texto de vocês ela não está completa falta ainda alguns aparatos, mas foi só pra dar uma ideia inicial. E aqui (dirigindo-se ao slide) tem uma foto dela legada. O que era que Crookes queria estudar quando ele desenvolveu essa ampola? A condutibilidade dos gases, as luzes por exemplo é um dos resultados do estudo da ampola de Crookes. Então o que ele fazia? Pegava uma ampola que era feita de vidro ou quartzo, colocava um gás rarefeito dentro, o processo ocorria a baixa pressão, ele tinha um sistema aqui em baixo no qual ele favorecia esse vácuo na ampola. A ampola funcionava de duas formas: ou com pouquíssima quantidade de gás ou totalmente evacuada. Essa parte aqui era a que causava o vácuo, essa ampola era ligada a dois eletrodos, não sei se vocês estão conseguindo ver, tem uma ligação aqui e outra aqui, estão aqui os dois eletrodos. Então, um eletrodo era carregado positivamente e o outro carregado negativamente, ao contrário da pilha, quando a gente fala da ampola de Crookes a parte negativa era chamada de cátodo e a parte positiva de ânodo, já na pilha pra quem já estudou pilhas vê que isso é inverso a parte positiva é o cátodo e a negativa o ânodo, essa era a diferença com a ampola de Crookes. E o que era que Crookes conseguia observar quando ele ligava essa ampola? Como a diferença de potencial era muito grande entre os dois eletrodos, ou seja, um eletrodo era muito positivo e o outro muito negativo. O que acontecia? Ao fundo da ampola ele podia observar uma luminescência e como foi feita a interpretação dessa luminescência por Crookes? Ele acreditava que o cátodo emitia um tipo de radiação que causava a fluorescência e ele chamava de raios catódicos. Posteriormente a descoberta de Crookes, hoje a gente sabe que esses raios catódicos na verdade são feixes de elétrons emitidos por essa parte da ampola conhecido como cátodo. Então, hoje a gente sabe que esses raios catódicos nada mais é que a emissão contínua de elétrons, então o que Crookes observava? Toda vez que ele ligava a ampola que era evacuada e com dois eletrodos que tinham uma diferença de potencial muito grande, ele podia observar uma luminescência no fundo desse tubo. E o que se sabia mais sobre esse raios catódicos? Primeiro- Crookes começou a fazer algumas experiências para estudar as propriedades desses raios, pra entender a natureza elétrica desses raios. Em uma de suas experiência ele colocou duas placas externas a ampola, uma carregada positivamente e outra negativamente, ele viu que a luminescência tinha um desvio pro lado positivo então qual foi a ideia que

	<p>Crookes teve desses raios? Opa! Então esses raios apresentam um caráter negativo, porque se sabe né, positivo atrai negativo, os apostos se atraem e os iguais tendem a se repelir. Então, Crookes chegou a essa ideia com essa ampola e entendeu que esses raios catódicos tinham propriedades elétricas negativas, justamente porque ele tinha sido atraído para o lado positivo, das placas que ele colocou externamente a ampola, então se sabia que esses raios catódicos eram de caráter negativo, certo? Então, foi justamente fazendo esse estudo sobre a ampola de Crookes que Roentgen começou a fazer seus primeiros experimentos.</p> <p>No laboratório de Roentgen, ele fez a mesma coisa, montou a ampola e percebeu que a luminescência aparecia ao fundo da ampola. Isso acontecia quando esses raios catódicos que tinham natureza negativa colidiam com a parede de vidro, causava essa fluorescência, isso acontece com qualquer superfície rígida na verdade. A colisão acontecia com o vidro porque o raio vinha nessa direção e como era evacuado ele não tinha teoricamente, moléculas dispersas no meio do tubo, então as moléculas que os raios encontravam seriam as moléculas da parede do tubo o que causava fluorescência. Caso fosse colocado gases como em alguns dos estudos de Roentgen e outros pesquisadores também, todo o tubo ficaria fluorescente, porque os raios catódicos iriam atingir as moléculas de gás que estavam presentes na ampola, e aí essa colisão causava esse fenômeno que é a luminescência. E esse é um dos princípios das luzes que a gente conhece hoje. Conseguiram compreender como era o funcionamento da ampola?</p>
24	Alunos: Sim.
25	P01: Ótimo! Então, foi justamente estudando essa ampola de Crookes que Roentgen fez seus experimentos. Ele estava inicialmente estudando essa ampola, quando ele percebeu o seguinte, ele estava no laboratório e próximo a ampola ele tinha uma placa com um certo material. Que material era esse?
26	A01: O platinocianeto de bário.
27	P01: O platinocianeto de bário. E o que foi que ele notou? Quando ele ligava a ampola o que acontecia com esse material?
28	A01: Ele ficava brilhando.
29	P01: Ele começava a brilhar. Então, despertou o olhar de Roentgen em relação a esse fenômeno, né. Ele percebeu que toda vez que ele ligava a ampola a placa de platinocianeto de bário ficava fluorescente e toda vez que ele desligava a ampola a placa deixava de ficar fluorescente. Então qual foi de acordo com o texto a hipótese que Roentgen gerou em relação a essa observação que ele fez?
30	A05: Ele criou algumas hipóteses sobre a causa da luminescência na placa. Ele observou que a placa fluorecia toda vez que a ampola era ligada ele descobriu um tipo de radiação nova.
31	P01: Então essa foi a hipótese de Roentgen. Porque o que era que se sabia dos raios catódicos?
32	A01: Que eles só se propagavam no vácuo.
33	P01: Que eles só se propagavam no vácuo e o que mais?
34	A05: E com presença de gases.
35	P01: Com presença de gases, mas ele deixava o gás
36	A01: Luminescente.
37	P01: Luminescente, mas se esses raios saíssem da ampola rapidamente eles seriam absorvidos no meio externo né, porque o meio externo é composto por vários gases e tornaria os gases externos também luminescentes, só que era isso que estava acontecendo?
38	A01: Não!

39	P01: O que foi que aconteceu na verdade?
40	A01: Só a placa de platinocianeto de bário começou a fluorescer.
41	P01: Então ele começou a refletir e criar algumas hipóteses em relação aos raios catódicos. Os raios catódicos só se propagam no vácuo e quem no ambiente ele causaria uma fluorescência nos gases, então ele estava diante de um novo tipo de radiação. Então, qual foram as conclusões que Roentgen havia chegado em relação a isso?
42	A01: Que ela não precisava de vácuo para se propagar.
43	P01: A nova radiação?
44	A01: Isso!
45	P01: Ela não precisava de vácuo para se propagar. O que mais?
46	A01: Que tinha o maior poder de penetração, porque ele tinha colocado a caixa de papelão e tinha fluorescido do mesmo jeito a placa.
47	A06: E só a placa de chumbo poderia bloquear.
48	P01: Perfeito então ele foi fazendo várias observações. E foi observando várias características diferentes. Uma coisa que eu quero chamar a atenção de vocês em relação a esse fato histórico é que, como eu falei Roentgen criou algumas hipóteses. Vocês sabem o que são hipóteses? Quem poderia me dar uma definição do que seria uma hipótese?
49	A04: É o que você não tem certeza, mas que você procura estudar pra saber se a hipótese é verdadeira.
50	A07: Algo que você não tem certeza.
51	A03: Seriam as probabilidades de estudo.
53	P01: Seriam as probabilidades de estudo, algo que você não tem certeza. Quem poderia me dizer mais alguma coisa?
54	A02: Hipótese são, informações adquiridas através de experiências ou talvez não necessariamente, porém são elas que... são a partir delas que surgem a teoria, ou seja, a partir do teste delas seria criada a teoria.
55	A10: O método científico.
56	A01: É aquela né, segue uma ordem: observação do fato, formulação de hipótese, experimentos em laboratório e confirmação da teoria.
57	P01: Isso são características de que? Essa sequência de fatos que você citou?
58	A01: Método científico
59	P01: Ai a partir desse método científico alguém poderia definir ou dizer o que entende por ciência? Já que você me falou que a ciência ela se embasa em um método científico né, então para que eu faça ciência eu preciso passar por uma série de etapas, a hipótese, a observação, a experimentação você citou alguns, e a criação de teorias, e aí? Eu sei que uma das primeiras perguntas que eu fiz foi sobre o que é ciência, lá na identificação das concepções prévias de vocês, mas até então nós não tínhamos discutido o que era ciência ainda. Então vocês me citaram algumas características do que é conhecido como método científico, então se a gente pensa que a ciência precisa de um método, então o que é ciência? Quais são as características da ciência? O que eu posso considerar como ciência?"
60	A02: Ciência é o estudo dos fenômenos da natureza para ajudar a nós humanos a viver melhor, sendo ela radiação ou qualquer outro tipo de fenômeno que existe, eu acho.
61	P01: Bom, alguém pode me dar alguma outra ideia do que entende sobre ciência?
62	A03: Tudo que você pode estudar e provar, como as teorias.

63	P01: Bom, pra quem me disse essa resposta aqui, pra você mocinha que me disse tudo que podemos estudar e provar. Como é que você acha que eu posso provar isso?
64	A03: Como assim?
65	P01: Pronto! Você falou bem assim... eu perguntei o que é ciência e você me respondeu se eu não me engano. Tudo que se pode estudar e provar não é isso? Como é que você acha que ocorre essa prova? Como eu posso provar isso?
66	A04: A partir de experiências.
67	A03: Primeiro você cria sua teoria, a partir de sua teoria você vai criando hipóteses de como você pode provar tal coisa, você vai fazer vários testes e a partir disso...
68	P01: Qual a natureza desses testes?
69	A01: Que pode ser observado em nanoescala.
70	P01: Esses testes são experimentais é isso?
71	Alunos: Sim!
72	<p>P01: Alguém mais tem alguma ideia acerca do que é ciência? Em gente? Alguém mais tem alguma ideia do que é ciência? Gente não tenham medo de estarem certos ou errados, a gente está aqui para aprender tanto eu aprendo com vocês como eu espero que vocês aprendam comigo. Mas vamos lá eu quero entender o que vocês sabem sobre ciência. Alguém mais? Ninguém? Então vamos lá.</p> <p>Mais uma pergunta, vocês acreditam que o que Roentgen estava tentando fazer no momento em que ele estava estudando a ampola de Crookes, que ele percebeu que a placa de platinocianeto de bário que estava próxima a ampola e começava a ficar fluorescente quando ele ligava a ampola e que ela deixava de ser fluorescente quando a ampola era desligada, então ele observou esse fenômeno e aí ele começou a criar algumas hipóteses, né isso? Na verdade ao que eram relacionadas as hipóteses que Roentgen estava pensando era justamente a natureza do tipo de radiação que estava sendo emitida pela ampola de Crookes, porque até então, quando se estudou a ampola de Crookes se sabia que ela emitia um tipo de radiação que radiação era essa?</p>
73	A03: Raios catódicos.
74	<p>P01: Os raios catódicos e que esses raios tinham uma natureza negativa, mas se sabia também sobre os raios catódicos só se propagavam no vácuo e que rapidamente era absorvido pela matéria então esses raios catódicos não estavam saindo da ampola, porque se eles tivessem saindo da ampola toda região externa ficaria luminescente, porque ele causava ela luminescência nos gases. Então qual foi a hipótese que ele teve Roentgen? Opa! Esse raio não é um raio catódico esse é um novo tipo de raio e aí o que foi que ele fez quando ele observou e criou essa hipótese?</p>
75	A04: Fez um teste.
76	P01: Ele começou a fazer vários experimentos para entender o que era esse novo tipo de radiação esse novo tipo de raio que ele estava descobrindo. Vamos lá! Inicialmente eu perguntei a vocês o que era uma hipótese e vocês me deram algumas respostas eu vou fazer uma é... tipo uma analogia para que vocês percebam o que é uma hipótese e aí vocês vão me responder de novo o que é uma hipótese. Por exemplo, estou usando meu computador e num belo dia de manhã eu quero estudar e meu computador não liga, aí eu vou começar a pensar quais seriam os fatores que teriam influenciado para que esse fenômeno acontecesse, ele não ligou porquê?
77	A04: Tá descarregado.

78	A05: Ele pifou!
79	P01: Alguma placa queimou. Então todas essas ideias lançadas em relação ao fenômeno que eu observei que foi ligar meu computador são chamadas de hipóteses. E o que são hipóteses? São possíveis respostas imediatas para o meu problema. Então o que era a hipótese de Roentgen? Era uma possível resposta imediata ao problema que ele tinha ali. A questão da fluorescência da placa de platinocianeto de bário, logo ele começou a pensar: Que tipo de radiação é essa? Não é raios catódicos, essa foi a primeira hipótese que ele teve, justamente pelo que se conhecia pelos raios catódicos e aí ele começa a testar as hipóteses. No caso do meu computador o que eu deveria fazer?
80	A04: Colocar na tomada.
81	P01: Vou colocar na tomada, pra ver se não era a questão de ter descarregado. Aí eu já fiz o que? Um teste um experimento de certa forma aí eu vejo que não funcionou, aí eu vou e levo em um técnico pra ver se a placa mãe quebrou, se ele pifou. Então assim, eu vou criando métodos pra testar minhas hipóteses né isso? Eu fui fazendo várias coisas para poder qual seria a origem do meu problema. E assim também acontecem com os cientistas, eles criam as hipóteses que são as possíveis respostas para o problema e aí ele vai testando para confirmar qual realmente pode ser caracterizada como uma hipótese verdadeira e qual não pode e foi isso que Roentgen fez ele teve a ideia de que seria uma radiação diferente dos raios catódicos e começou a fazer alguns testes. O que foi que ele fez? Ele aproximava a placa da ampola ligada e iria se afastando cada vez mais para perceber até onde essa placa permaneceria fluorescente em relação à distância do tubo. Aí o que foi que ele fez? Então se eu cobrir o tubo com uma caixa de papelão ou papel opaco pra ver se a luminescência continua? A luminescência continua depois ele decidiu colocar cartas entre a ampola e o tubo e percebeu que a fluorescência continuava. Ele percebeu que a radiação tinha um grande poder de penetração, além de percorrer uma certa distância. Conforme ele iria se afastando iria também observando se a luminescência permanecia, dessa forma ele percebeu outras características, eles são raios longitudinais, eles alcançam uma certa distância. Essas foram características que ele foi observando, essas características puderam ser observadas através das experimentações que ele foi realizando baseado nas hipóteses.
82	A05: Ele foi criando hipóteses e foi testando.
83	P01: Isso! Ele foi criando várias hipóteses e foi testando todas elas até chegar a algumas conclusões em relação a esse tipo de radiação. Um certo dia ele fez o seguinte experimento: Ele percebeu que a única coisa que conseguia bloquear esse tipo de radiação era um material. Qual era?
84	A06: Chumbo!
85	P01: Chumbo, aí ele foi fazendo tantos experimentos com esses raios para entender a natureza e entender o que era aquele novo tipo de... Aquele novo fenômeno que estava diante dele. E aí ele usou um disco de chumbo e percebeu que na placa ficou não só o desenho do disco de chumbo, mas também os ossos da mão dele, sem falar que foi uma surpresa pra ele perceber que ele pode observar os ossos agora também. Depois disso essas placas fluorescentes foram substituídas por chapas fotográficas e aí essas chapas fotográficas eram reveladas e ficava exatamente o desenho dos materiais que ficavam entre o trajeto dos raios.
86	A02: Essa chapa fotográfica que eles usavam era feita do mesmo material que a gente conhece hoje?

87	P01: Era de um material que... Eu não sei se era do mesmo material que a gente conhece hoje.
88	A01: Porque eles vão se aperfeiçoando né.
89	<p>P01: Isso! Porque os materiais vão se aperfeiçoando a ciência vai evoluindo e vai buscando meios para que se melhore e tenha mais precisão, mas que aí a ideia principal era a mesma entendeu? Elas seguiam a mesma ideia, essas chapas elas são feitas com prata a redução de prata e causa a queima na chapa justamente por causa disso.</p> <p>(Direcionando os alunos aos slides) Aqui é o laboratório de Roentgen, muito bem organizado. Voltando ao texto, então os fatores que eu destaquei durante a leitura do texto são esses aqui: a observação de fenômenos, as hipóteses sobre a causa desses raios e a observação da luminescência. Olhem a importância a observação nesse processo, imaginem se Roentgen deixasse passar esse fato, infelizmente hoje provavelmente nós não teríamos os raios X.</p> <p>E essa descoberta foi muito importante, pois movimentou a comunidade científica e principalmente na área de medicina, porque nessa época como diz no finalzinho do texto, as pessoas acreditavam que se você cortassem o corpo cortava também a alma e ela poderia sair do seu corpo. Então tinha toda um questão religiosa quem quiser entender um pouco mais sobre essa questão religiosa eu indico um filme que é “O físico”. Apesar do filme ter nome “O físico”, o filme fala sobre medicina e aí vocês vão entender o quanto a religião de certa forma interferia também na produção de ciência, no conhecimento científico. Com essas ideias de que abrir o corpo e você cortar sua alma, abrir o corpo e a alma sair do corpo, impedia de uma certa forma que algumas evoluções científicas ocorressem. Então, quando a gente pensa em ciência muita coisa influencia como a religiosidade, a economia do país, então a ciência não se faz sozinha, se faz dentro de um contexto e como a gente está dentro de um contexto tudo ao nosso redor também influencia. Até a própria cultura do cientista porque imagine só, se você tem uma ideia sobre uma determinada coisa, essa ideia foi fruto da cultura que você está inserido, imagine o que pra você é normal para outra pessoa pode não ser e o que é que lhe diferencia da outra pessoas? As culturas, então a cultura influencia também e diretamente na ciência. Porque as pessoas que faziam ciência eram cientistas, mas também pessoas que estavam imersos numa determinada cultura.</p>
90	A05: Influencia em tudo a cultura.
91	<p>P01: Exatamente, a cultura influencia em tudo e influenciava obviamente na ciência já que a ciência é um processo de construção humana. São pessoas que fazem ciências e essas pessoas não estão ao acaso elas estão imersas em uma cultura que também influencia nesse fazer científico. Mas voltando aqui sobre as definições de ciência que vocês me deram. Uma das pessoas disseram aqui que a ciência é o estudo de fenômenos naturais, vocês concordam?</p>
92	A05: Sim.
93	P01: E que a ciência é isso e está a favor do nosso bem estar?
94	A05: Não só isso a favor do nosso bem estar, mas algo que possa questionar a sociedade em determinado momento.
95	<p>P01: Até porque a ciência ela não acontece só na sociedade. Todo conhecimento científico atinge de uma certa forma a sociedade. Os raios X, por exemplo, a descoberta dos raios X. Então imagine só numa época que se você fraturou um braço precisava abrir o seu braço aí se quando abrisse percebesse que a fratura não foi aqui ela foi aqui. E tinha que cortar mais acima. E aí o raios X foi uma descoberta porque eu não preciso mais</p>

	<p>abrir uma pessoa pra entender onde aconteceu a fratura. Agora com a utilização dos raios X eu preciso somente submeter a pessoa a o exame para perceber onde ocorreu a fratura. Só que inicialmente não se sabia sobre algumas características dos raios X que são muitos importantes que a gente vai discutir agora. Uma das características, não sei se vocês perceberam no espectro eletromagnético, ele é uma radiação ionizante, aqui nós temos os raios X e uma das características é que ele é uma radiação ionizante e também ele é uma radiação de alta frequência e retomado esse conhecimento. Entendo que ele é uma radiação de alta frequência agora a gente pode compreender o experimento de Roentgen quando ele começou a afastar a placa e a colocar materiais na trajetória do tubo para a placa e perceber que essa radiação era capaz de penetrar certos materiais. O poder de penetração dessa radiação é muito grande e isso é causado devido à alta frequência dessa radiação. Como foi um achando pra medicina a descoberta dos raios X, logo muitos experimentos foram feitos, imagine só com a descoberta desse porte para medicina então os médicos e cientistas caíram encima desse fenômeno para tentar compreender como acontecia e quais as características desse fenômeno. Então, queriam entender como o corpo funcionava de todas as formas, logo começaram a fazer raios X como dizem “a doidado” até chegar ao ponto de colocar uma pessoa, um dançarino em frente a uma máquina de raios X enorme, para perceber a movimentação dos ossos durante toda sua dança só que o que aconteceu? O dançarino morreu! Porque o tipo de radiação...</p>
96	A02: Era isso que eu iria perguntar. Tipo morreu muita gente né fazendo esse tipo de experimentos, porque ...
97	P01: E isso faz parte do fazer científico.
98	A03: As pessoas que trabalham com isso com raios X, eles se aposentam mais cedo né? Por causa disso?
99	P01: É tem uma questão de periculosidade.
100	A03: É então eles se aposentam mais cedo.
101	<p>P01: Como os raios X são um tipo de radiação ionizante e eles podem causar malefícios a nossa saúde. Porém não é tipo: Ah! Eu vou tirar um raio X hoje e já vou morrer. Não é assim, o raio X é uma radiação ionizante, mas hoje se tem o controle para saber a quantidade exata de radiação que pode ser emitida sem ser prejudicial. Então, muita gente aqui já usou aparelho ou pelo menos já fez uma radiografia e todo mundo sabe que não pode fazer muitas radiografia durante um ano ou um período de seis meses e isso se justifica porque o raio X é uma radiação ionizante e ela causa justamente a questão da ionização das nossas células e pode desenvolver um problema maior pra gente, por isso devemos ter cuidado com os raios X. Como para falar de raios X não tem como não falar de ciência então a gente volta de novo. Estou fazendo esse vai e volta, pra que vocês possam compreender algumas coisas.</p> <p>O que vocês acham que o que Roentgen estava fazendo quando ele estava no laboratório observando os fenômenos. Era ciência?</p>
102	Alunos: Sim!
103	P01: Era ciência? E a ciência ela tem sempre um método certinho?
104	A01: Sim!
105	P01: Tem sempre tudo certinho, é sempre tudo planejado é sempre ...
106	Alunos: Não!
107	A05: Não, porque se você tá descobrindo algo ele vai tipo é o que vier na cabeça, não hoje eu vou fazer desse jeito, se não der certo amanhã eu vou fazer de outro.
108	A03: Mas ele precisa de um método.

109	P01: Mas imagine só, quando eu começo a dizer: Ahh! hoje eu vou fazer desse jeito é por acaso ou eu tenho um planejamento que explique porque eu vou fazer desse jeito?
110	A07: Tem um planejamento.
111	A05: Um pouco dos dois pois de certo modo você tem o conhecimento do que você tá fazendo, você saber como é.... planejar ai acaba criando as experiências.
112	A04: Mas o planejamento pode também não dar certo.
113	A03: Mas mesmo assim ele foi por um método científico porque primeiro ele criou a teoria depois criou a hipótese na verdade a hipótese veio antes, depois ele fez a teoria depois fez os testes até chegar no resultado final.
114	P01: Imagine só, toda vez que um cientista vai a um laboratório realizar um experimento ele precisa ter um conhecimento prévio é interessante que vocês entendam isso, ele precisa de um conhecimento prévio, porque ele não vai chegar simplesmente em um laboratório e dizer: Ah, não hoje vou fazer isso. Todo mundo quando vai pesquisar alguma coisa inicialmente temos as hipóteses sobre o que queremos saber né. Faz um planejamento: o que que eu quero saber em relação a isso? O que que eu quero visualizar nesse fenômeno? Apesar dos colegas falarem sobre o método científico, mas nem sempre a ciência tem um método exato e que seja preciso. Veja só Roentgen estava só tentando entender como era o funcionamento e estudando um pouco mais sobre a ampola de Crookes e ai ele percebeu, visualizou um outro fenômeno o qual ele deu importância, percebeu que esse fenômeno... Olhe só a importância, Roentgen percebeu que esse fenômeno era um fenômeno diferente do que ele já conhecia, então até pra reproduzir a ampola Roentgen precisou ter estudado, precisou saber o que era a ampola precisou saber como ela funcionava, precisou saber que o que causava a fluorescência eram os raios catódicos, então assim... os experimentos que são feitos no laboratório não se originam do nada o cientista precisa ter um arcabouço teórico para chegar ao laboratório e eles são sim intencionais, porém algumas descobertas a priori pode parecer fruto do acaso como a de Roentgen, mas ele precisava de algumas teorias que pudessem ser capaz de explicar algumas coisas. Imagine só se ele conhecesse que os raios catódicos só se propagavam no vácuo. Qual era a conclusão que Roentgen teria em relação a fluorescência na placa?
115	A01: Que eram os raios catódicos.
116	P01: São os raios catódicos, então pra que vocês entendam como é importante que se conheça muito bem os fenômenos antes de estudá-los, porque facilita as nossas análises e nos dá essa ideia de é ... entender os fenômenos e poder explicá-los através das teorias e através disso Roentgen conseguiu criar uma nova teoria. Uma outra coisa que vocês falaram em relação a ciência era a questão das respostas exatas. O que é que vocês entendem por respostas exatas?
117	A07: Algo preciso, algo bem preciso.
118	P01: O que mais?
119	A04: Que é certo.
120	P01: O que mais?
121	A08: Que são provas concretas.
122	P01: Podem dizer, eu quero ouvir a voz de vocês.
123	A02: É porque tipo assim acho que respostas exatas não é certeza porque a gente nunca pode ter certeza de nada na vida. Acho que respostas exatas acho que não seria bem a palavra certa, mas tipo respostas que se adequam a determinadas situações, como vocês mesmos disseram o raio X tiveram várias é.... várias mudanças, várias melhorias do ano que foi

	descoberto até hoje então eu acho que vai se adequando conforme a tecnologia vai avançando acho que é isso.
124	P01: Muito bem gente, vamos lá! A colega de vocês ressaltou algo muito importante, na verdade todos vocês ressaltaram coisas muito importantes. Quando a gente fala de ciência a gente tem uma ideia de ciência, eu estou falando porque eu também tive essa ideia. A gente pensa o quê? O que a ciência procura? Ah! Ela procura verdade então a ciência ela é a verdade, ela é a resposta exata, ela é aquilo que a gente prova então ela é verdadeira é assim que acontece?
125	A07: Isso é relativo.
126	P01: Porque é ... A ciência essa ideia de verdade absoluta, de certeza, de precisão, de exatidão. Na verdade é uma visão meio distorcida do que é ciência, até porque é justamente pela questão dessas verdades questionáveis que a ciência é feita. Imagine só se todas as pessoas ... Foi por questionar as verdades e fazer novos experimentos e questionar até que ponto isso aqui é uma verdade? E foi justamente estudar essas verdades que promoveu a evolução do conhecimento científico, então a gente não pode ter uma ideia de ciência como algo que seja totalmente absoluto. Mas também não vamos desacreditar e pensar: Ah, não ciência já que não é verdade não precisa acreditar e não é assim. A ciência tem os seus caminhos então ela tem sim as suas verdades, mas que essas verdades não são absolutas, são verdades provisórias como a colega falou e que pode sim ser questionáveis, podem sim ser derrubadas, uma outra estudando aquele fenômeno pode ter uma visão diferente e mostrar porque aquele fenômeno talvez esteja sendo interpretado de maneira errada através de outros experimentos. Então assim, entender essa questão de que a ciência pode ser questionada é importante, de não se conformar com essas verdades científicas, porque se os cientistas se conformassem com essas verdades, a ciência não tinha progredido. Se porque alguém realizou um experimentos mostrou os resultados e todos se conformassem com essa verdade a ciência teria estagnado. A ciência busca sim suas verdades, busca entender como a natureza funciona, entender como o mundo funciona, até pra gente poder olhar pro mundo entender e ter essa leitura do mundo, mas na perspectiva de que tudo é questionável. E podemos testar nossas hipóteses através de um método que vocês citaram que foi a experimentação.

Turno da fala	Transcrição - Episódio 07: Questionário Pós-Texto
01	P01: Vocês receberam um questionário contendo três questões que abordavam um pouco do que a gente discutiu hoje. A primeira questão diz o seguinte: Considerando a descrição do texto acima apresente possíveis hipóteses que estariam norteando a atuação de Roentgen. O que foi que vocês responderam?
02	A01: É... Que ele estava diante de uma novo tipo de radiação.
03	P01: Isso uma das hipóteses de Roentgen é que ele estava diante de um novo tipo de radiação que não eram os raios catódicos, pois eles já conhecia esse tipo de radiação e que tinha características diferentes da observada por Roentgen. E foi a partir dessa hipótese que ele foi criando outras hipóteses como a questão de: Até onde essa radiação poderia atingir e por isso ele foi afastando a placa da ampola, outra hipótese foi a questão de como ele consegue penetrar, até que ponto essa radiação consegue penetrar materiais e atingir a placa por isso ele usou cartas, livros até

	chegar ao ponto que ele percebeu que o chumbo conseguia bloquear esse tipo de radiação. Então, esses foram os tipos de hipóteses que foram sendo testadas e apresentadas por Roentgen de acordo com o desenvolvimento da pesquisa. Na segunda questão: Quais aspectos característicos da Ciência são apresentados no texto?
04	A03: Método científico
05	P01: Além do método, quais as características mais específicas desse método?
06	A01: A observação do fato, formação de hipóteses, produção de teorias, experimentos.
07	A06 A comunicação com a comunidade científica.
08	P01: Perfeito! Entenderam que a ciência não é só uma coisa, são várias características e constitui a ciência. Um conhecimento para ser considerado científico ele passou por uma série de etapas que vocês chamaram de método científico. Mas esse método científico não é tudo certinho não, eu posso ter uma hipótese que pode ser verdadeira ou não então eu testo e se não for é criada outra hipótese. Não é tudo certinho tem esse movimento certo? De testar e analisar essas hipóteses também. De acordo com as orientações do professor e sua compreensão das discussões cite as principais contribuições das descobertas realizadas por Roentgen para a medicina?
09	A04: Ele não ia precisar cortar o corpo.
10	A01: Fazer cirurgias desnecessárias.
11	P01: Exatamente! A contribuição de Roentgen para a medicina foi justamente nessa perspectiva de que não se precisava mais abrir o corpo humano para detectar uma fratura. E como eu falei não só na medicina, mas havia uma questão cultural e religiosa na época que se acreditava que se abrisse o corpo a alma poderia sair.

Transcrição - Mapa de episódio 03
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 05 – Caracteriza-se pela leitura e discussão do texto sobre a descoberta da radioatividade.

Obs: Nesta aula houve a colaboração de duas professoras, que serão identificadas como professora 01- que corresponde a professora pesquisadora e professora 02- que corresponde a professora orientadora.

Turno de fala	Transcrição- Episódio 03: Leitura e discussão do texto sobre a descoberta da Radioatividade.
01	A01: Já acabou de ler? Você acha que foi quem?
02	A14: Todo mundo!
03	A01: Deixa eu ver se eu entendi. O que aconteceu com esse cara da chapa fotográfica foi antes ou depois daquele cara que fez a ampola de Crookes? Dos raios X?
04	A14: Depois.
05	A01: Depois? Então quem descobriu a radioatividade foi esse cara do raio X.
	Conversas paralelas
06	A01: Ahh! Entendi, entendi! Entendi, Roentgen descobriu o Raio X antes de todo mundo, só que ele não sabia que era radioativo, então não contou,

	só contou a partir de Becquerel. É tanto que ela falou na aula passada que ele descobriu o Raio X antes e foi fazer a experiência com Raio X e que todo mundo morrer de câncer por estar exposto a muito tempo, porque ele não sabia que era radioativo.
07	A13: Eu fiquei entre os dois né Becquerel e Marie Curie.
08	A01: Eu fiquei entre os dois eu acho porque se não fosse ela não teria descoberto sobre a radioatividade, mas se não fosse ele também ela não tinha descoberto, porque foi ele que tipo, deu o pontapé inicial.
09	A13: Ele observou ...
10	A01: Mas eu acho que ele tipo, se não fosse ele não teria nem começado, outra pessoa poderia entrar no lugar dela, mas outra pessoa não poderia entrar no lugar dele, porque ele foi o primeiro de todo mundo, eu acho.
11	A13: É faz mais sentido.
	Conversas paralelas
12	A01: Todo mundo veio depois da ampola de Crookes, então foi Henri Becquerel.
	Conversas paralelas
13	P02: Qual foi a conclusão que vocês chegaram?
14	A01: Então professora, a gente chegou à conclusão que foi Antoine Henri, por que tipo, ele foi o primeiro de todo mundo, claro que se não fosse por Marie Curie, os estudos não poderia ser desenvolvido os estudos da radioatividade. Mas, eu acho que assim, se fosse por exemplo para tirar um dos dois, seria ela. Porque mesmo ela não aparecendo, com o pontapé inicial de Antoine Henri que foi ele que expôs para a comunidade científica, outra pessoa poderia surgir e estudar os raios, a radioatividade no lugar dela, entendeu? Que sem ele, não teria como, pois foi ele que espalhou para a comunidade científica que (o aluno lê um trecho do texto entregue) “após a descoberta, Becquerel resolveu compartilhar com a comunidade científica da época”, então foi ele eu divulgou todo esse conhecimento.
15	P02: O que foi que ele divulgou?
16	A01: O conhecimento sobre a mancha que o pó da substância fosforescente, causava na chapa fotográfica.
17	P02: Certo, mas como foi que ele explicou essa... É a ideia dele ou do grupo?
18	A13: É a ideia do grupo. É um consenso.
19	P02: É um consenso?
20	A06: É.
21	P02: Então, o que você está dizendo é que Becquerel ele ... Não se preocupe se o que você está dizendo é certo ou errado, porque na verdade existe uma grande divergência em relação a isso, vários pesquisadores podem ter opiniões diferentes, entendeu?
22	A14: Qual é sua opinião? (Indagando a professora)
23	P02: Vários pesquisadores podem ter uma opinião diferente em relação a isso, então a questão é assim... Vocês consideram que foi Becquerel porque ele foi o primeiro a observar o fenômeno.
24	A01: Foi.
25	P02: Mas qual a explicação que ele deu para esse fenômeno?
26	A01: Ele dizia que corpos, que esses materiais fosforescentes quando recebiam luminosidade eles emitiam raios X que causavam manchas na chapa fotográfica.
27	P02: O raio X que causava mancha, mas depois ele percebeu que estava diante de um fenômeno novo.
28	A01: Isso, foi.
29	P02: Por que que ele percebeu que não eram os raios X?

30	A01: Porque quando ele foi fazer o experimento o dia estava meio fechado, nublado aí não tinha sol, aí ele não quis nem fazer o experimento, aí ele guardou numa gaveta com a chapa lá aí quando, no outro dia quando ele foi pegar estava muito mais manchado do que quando ele colocava no sol. E viu que não era o sol o fator limitante para acontecer a “reação”, era outra coisa.
31	P02: Então assim o sol existia, ele imaginou, ele trabalhava com fenômeno da fosforescência, um material quando recebia luminosidade ele poderia refletir parte dessa energia na forma de luz também e existe o fenômeno da fosforescência também, como está escrito aqui (a professora refere-se ao texto). A fosforescência, mesmo depois de ter cessado o efeito, a causa, o efeito continuava. Então, inicialmente ele imaginou que poderia ser por causa da fosforescência e que o sol foi quem provocou esse fenômeno, que foi o causador dessa luminosidade, graças a uma característica da fosforescência do material, ou seja, ele poderia emitir esses raios depois. Então a explicação que ele deu ao fenômeno, foi diferente né isso? Assim, ele se deparou com o fenômeno, mas aí a explicação que ele deu foi, não revelava o que a gente entende hoje por radioatividade, eu só estou querendo dizer isso para vocês refletirem sobre essas técnicas entendeu? Está entendendo a controvérsia que tem? Porque ele se deparou com o fenômeno, mas a explicação que ele deu, foi uma explicação não conclusiva e não era esse o caminho, ele estava explicando o fenômeno por meio de uma característica que na verdade não dava conta de explicar aquele fenômeno, não era suficiente.
32	A01: Ele disse que se tratava de uma fosforescência invisível né.
33	P02: Uma fosforescência invisível era no sentido de dizer que um material fluorescente ele recebe a luminosidade e emite, a fosforescência mesmo depois de cessada a causa, ele continuava.
34	A01: Fosforescente né?
35	P02: Isso fosforescente tá aqui escrito se quiser pode voltar e ler. E aí ele imaginou que poderia se tratar de uma fosforescência né, e isso não revela a natureza da radioatividade tá.
36	A01: Só que não é?
37	P02: Não! Então, a explicação dele não foi... Não deu conta de explicar o fenômeno como a gente conhece hoje.
38	A01: Mas eu acho professora que ...
39	P02: Então, eu só estou colocando um ponto a mais pra vocês refletirem, chamando atenção para um aspecto que vocês não revelaram na fala de vocês.
40	A13: No caso, ele descobriu e ela sintetizou.
41	A01: Porque assim, eu acho que beleza a explicação dele não foi muito boa, é... por exemplo o tempo que ele estava não tinha tecnologia de ponta, mas eu acho que se for fazer uma comparação assim, Dalton por exemplo quando ele começou a estudar o átomo, ele disse que era compacto, que era uma bola e indivisível. Ele estava errado, mas é porque ele foi o primeiro a estudar. Então, ele pegou todo o começo, não tinha nenhuma base para estrutura, aí veio Thompson que já tinha toda uma base e ele foi evoluindo, então eu acho que isso foi a mesma coisa que aconteceu com a radioatividade. Ele foi o primeiro, então o primeiro é o que menos tem o banco de dados e informações para poder avançar no conhecimento sobre o assunto.
42	P02: É, de Dalton para Thompson foi um tempo, Dalton em 1803, Thompson lá no final do século, eles são meio que contemporâneos. Então o Henri Becquerel, ele foi professor da Marie, eu só estou colocando lenha

	na fogueira viu. Marie foi quem explicou o fenômeno da radioatividade, olhando que ele se tratava de uma característica nova né. Agora realmente tem esse método que vocês estão colocando. O Becquerel foi aquele que divulgou.
43	A01: O princípio né? Quem divulgou.
44	P02: Mas será que ele partiu das hipóteses sozinho também?
45	A01: Não, ele repetiu os experimentos de outros cientistas.
46	P02: Então ele também não é tão pioneiro assim né?
47	A06: Acho que cada um que colocava em prática, fazia melhor e ia melhorando.
48	A14: Não tem como escolher um.
49	P02: Não tem como escolher um porquê?
50	A13: Do mesmo jeito que o negócio do hábito, tipo é foi Dalton que começou a estudar, mas tipo quem criou a teoria atomista foi um filósofo Demócrito. Ai tipo, é uma coisa assim que não dá para ter um consenso geral, porque não foi uma coisa que dependeu apenas de uma pessoa, tipo uma criou, a uma fez o experimento, uma sintetizou.
51	A01: Foi evoluindo até chegar o resultado final né?
52	P02: Então, a ideia que vocês estão me passando é a seguinte, um vem coloca um pouquinho, outro vem coloca outro pouquinho e essas ideias vão se somando até chegar um resultado final. Mas será que essas ideias que eles colocam todas tem a mesma dimensão? Eu estou querendo chamar a atenção de vocês para um aspecto. As conclusões de Becquerel iam por outro caminho, Marie ela foi por outro. Marie e outros né, que não são citados ai, por que é muita gente da comunidade científica né? A verdade é que em um determinado momento eles aparecem mais. Ai Henri veio, fez um pouco, depois Marie acrescentou, mas talvez ela não tenha completado, vai por outro caminho, entenderam? Ela vai por outro caminho, mas será que o caminho é assim linear, porque repare que Becquerel partiu do experimento de Roentgen e ai ele já seguiu a hipótese de Poincaré, esse já colocou uma coisa que é meio lá e meio cá. Ai ele colocou um aspecto, ai Marie já foi por outro caminho, será que esse caminho é tão bonitinho assim? Um coloca um pouquinho outro pouquinho, de um pouquinho.
53	A06: Eles podem discordar no caminho as ideias né.
54	P02: Exatamente, eles podem discordar também e irem por outro caminho e chegarem a outras conclusões. Eu acho que tem um pouco disso nessa discussão.
55	A01: Tem, porque se ela for seguir totalmente a ideia dele que era um material fosforescente, eu acho que ela não teria chegado no conceito que ela deu final né?
56	P02: Então, é isso que estou tentando colocar para vocês. Será que um só vai completar o outro? As vezes um tem que dizer, não é por ai não, a então vai por aqui senão não chega em lugar nenhum. Então será que ela realmente foi completando as ideias dele?
57	A13: Essa parte que ela sugeriu de ser propriedade atômicas. Já existia alguma síntese assim de propriedades atômicas?
58	P02: Então, estava no momento de tentar descobrir o modelo de Rutherford, você lembra dos modelos atômicos? O modelo de Rutherford é de 1901, 1903 s não me engano. Não me desculpem, é mas depois de 1900. No início do século XX de 1911 a 1913 esse é o modelo de Rutherford. O de Thompson vem antes, no final do séc. XIX. Então eles estavam buscando a estrutura atômica né? E o fenômeno da radioatividade tem a ver com esse fenômeno que acontece no núcleo e eles não tinham essa noção do átomo, estavam se descobrindo, se investindo em pesquisas

	<p>para compreender essa estrutura atômica. Então eles estavam buscando, eles precisavam entender sobre essa estrutura atômica e Becquerel não tinha esse conhecimento. Ninguém tinha na época.</p> <p>Ok. Pensem um pouquinho em relação a essas coisas que a gente discutiu e que eu estou colocando pra vocês. Estou colocando assim o primeiro que viu o fenômeno foi ele quem descobriu, eu estou colocando um ponto para discussão. Mas esse primeiro que viu o fenômeno que divulgou ele tinha uma explicação que... A Marie Curie e outros não complementou o que ele colocou, teve que destruir o que ele colocou e ir por outro caminho é isso que eu quero que vocês pensem. Ou seja, não foi tudo bonitinho, então ele pensaram isso aqui nós temos que esquecer porque se for ficar aqui a gente não chega, tem que ir por outro caminho.</p>
59	A01: Mas velho, isso foi injusto, ele descobriu o negócio, mesmo que ele não tenha explicado errado velho é sei lá, ele divulgou, está ligado.
60	A13: Para mim o sentido da palavra descobrir foi ele.
61	A01: Tipo aqueles médicos da idade média, descobriram a peste negra, aí dizer que a peste negra é uma doença de pessoa que não tinha alma sabe. Aí depois os caras foram lá e descobriram que a peste negra era a doença que vinha da pulga do rato, mas tipo mesmo com a explicação desse cara que descobriu primeiro, sendo errado. Mas foi ele que deu o princípio tem grande importância. É como um prédio e aí ele é a base, se não tiver a base não tem como ter o prédio.
62	A13: Eu acho que vou continuar com a minha teoria que ele descobriu.
	Conversas paralelas
63	P01: Meninas e meninos quem vocês acreditam que descobriu a radioatividade?
64	A07: Marie Curie, porque ela ganhou...
65	A08: Marie porque ela explicou o que é radioatividade.
66	P01: Gente todo mundo já conseguiu a chegar uma conclusão sobre quem descobriu, ou ainda tem discordâncias em relação as ideias. Então, eu quero entender o que vocês estão pensando sobre o texto, sobre o que vocês leram e discutiram. Sobre o que vocês pensavam e o que passaram a pensar depois, eu quero que vocês exponham isso. Eu quero ouvir as opiniões de todos os grupos. Vamos lá gente. Quem vocês acreditam que descobriu a radioatividade?
67	A01: A gente conversou e chegamos a um consenso que quem descobriu a radioatividade foi Antoine Henri.
68	P01: Henri Becquerel? Foi ele quem descobriu a radioatividade.
69	A01: Foi Becquerel!
70	P01: Por que vocês chegaram a essa conclusão?
71	A01: A gente conversou com a Prof ^a . Adjane (P02) e ela colocou alguns pontos para a gente, disse que ele foi o primeiro a se deparar com essa substância, que de primeiro ele disse que era fosforescente e que ele deu a explicação, mas estava incorreta. E aí ela pôs esse ponto aí para a gente discutir e ver se podíamos dizer se realmente ele tinha descoberto a radioatividade. Porque se for ver a explicação da Marie Curie, foi totalmente diferente da que ele deu, mas mesmo com a explicação incorreta dele a gente acha que ele foi de extrema importância porque ele espalhou para a comunidade científica a propriedade dessa substância.
72	P01: E qual foi a propriedade que você acredita que Becquerel divulgou para a comunidade?
73	A01: Bom, o que ele disse foi que era uma substância fosforescente, que era capaz de causar manchas nas placas fotográficas. Era uma substância fosforescente porque antes achava que era fluorescente, porém quando ele

	foi apresentar teve o ocorrido aqui no texto, que quando foi apresentar não tinha sol o dia e ai ele guardou, mas quando ele foi ver no outro dia e abriu a gaveta, viu que estava mais manchado do que normalmente de que quando era exposto ao sol. Então, não se tratava de uma substância fluorescente, mas sim fosforescente. Mas, então foi o que eu disse mesmo, a explicação dele estando errado, a gente acha que ele foi o precursor dessa descoberta porque foi ele que espalhou para a comunidade científica esse conhecimento. Então, foi ele que permitiu que a Marie Curie desse a explicação, que mais tarde ia ser a explicação plausível, a correta.
74	P01: Bom, muito obrigada ao grupo por ter falado, eu não vou dizer quem está certo ou errado, porque todos tinham uma ideia sobre o fenômeno e assim que se faz ciência. Os cientistas também tem ideias diferentes sobre o mesmo fenômeno, por isso não estou aqui pra dizer quem está certo ou errado. Mas ao final cada um de vocês faz o julgamento sobre quem realmente descobriu a radioatividade se foi Marie ou Becquerel. Então vocês defendem que foi Becquerel porque foi ele quem se deparou a priori com esse fenômeno que hoje a gente conhece como radioatividade. Bom gente, nós estamos falando sobre descoberta, e o que vocês consideram que seja uma descoberta? Por que assim, a nossa dúvida é essa, quem descobriu a radioatividade? Mas o que a gente pode considerar como uma descoberta? Porque, pra que eu diga que fulano descobriu isso eu preciso saber o que é descoberta. Quem gostaria de dizer o que é descoberta?
75	A11: Tem uma frase assim na natureza nada se cria tudo se transforma. E nós temos como exemplo ele, Becquerel não descobriu ele só viu que aquilo existia.
76	P01: Na verdade, você acha que não há descoberta, o que existe é notar que o fenômeno está lá. Que nada é descoberto, que tudo já existe, basta ter um olhar diferente sobre o fenômeno, perceber que ele está ali. Alguém mais quer falar? Gente vocês (referindo-se a um grupo) quem vocês acreditam que descobriu a radioatividade?
77	A11: Então aqui nós temos dois pontos de vistas. Tem um que...
78	P01: Me apresente os dois.
79	A11: Então, eu vou apresentar um e as meninas o outro. É... nós três acreditamos que foi Becquerel pelo fato de ele ter visto, mas assim ele não disse que era a radioatividade, mas foi ele quem viu o fenômeno, foi ele quem presenciou a primeira vez. Então por esse motivo e por outros fatores também nós acreditamos que foi Becquerel.
80	A12: Segundo o experimento de Roentgen...
81	P01: Roentgen foi quem descobriu os Raios X, mas Becquerel foi o primeiro a presenciar o fenômeno da radioatividade.
82	A11: Tá vendo.
83	P01: Se vocês não tiverem entendido os experimentos ou o texto eu posso explicar novamente. Mas qual foi o outro ponto de vista?
84	A12: É porque eles tinham uma opinião que é Becquerel e eu tenho uma opinião contrária. Que é Marie.
85	P01: Por que Marie?
86	A12: Porque tipo Becquerel, como ela mesmo falou ele não chegou a um conceito meio que correto porque ele achava que era os raios de Becquerel, já Marie não, ela teve um estudo mais aprofundado e foi ela quem descobriu a radioatividade, deu continuidade aos experimentos de Becquerel. Porque ela só fez confirmar o que já existia.
87	P01: Então vocês acham na verdade que Marie... Ela foi seguindo a mesma linha que Becquerel? Foi isso ela foi pela mesma ideia de Becquerel? Ela

	viu os experimentos que ele fez, depois fez mais alguns experimentos, foi assim?
88	A01: Não, não.
89	P01: Marie foi por um outro caminho, ela percebeu que o que Becquerel tinha feito, estudou sobre os experimentos que ele realizou. Mas ela seguiu uma outra perspectiva, um outro caminho. E vocês acreditam que foi Becquerel ou Marie?
90	A13: Marie, porque é como ela falou, foi ela que conceitualizou uma coisa que ela poderia não saber algumas antes, mas ela soube explicar melhor, criar conceitos, uma teoria mais evoluída pra explicar.
91	P01: Mas você acha que essa teoria de Marie veio dando continuidade ao experimento de Becquerel ou ela foi por um outro caminho? O que vocês acham?
92	A05: Não!
93	P01: E você meninas (Referente a um outro grupo de estudantes) quem vocês acham que fez essa descoberta? Foi Marie, foi Becquerel, foi outro pesquisador?
94	A03: Eu acho que foi o.... Eu acho que foram meio dois, eu acho que não tem um. Porque Becquerel, ele viu primeiro mais ele não conseguiu provar que aquilo era radioatividade, como era que as alguém iria dizer que ele descobriu alguma coisa, poderiam dizer que eram só os raios de Becquerel, que não teria utilidade nenhuma.
95	P01: Na verdade não teve a figura que descobriu, mas a descoberta feita em conjunto.
96	A03: É porque não descobriu de uma vez só, ela conseguiu mapear aquilo, claro que ela seguiu o trabalho anterior porque ninguém tinha falado nisso ainda. Ele fez o experimento ele viu mas não soube mapear aquilo. Eu acho que é importante ele ter descoberto, mas é importante também ela ter mapeado porque se ela não tivesse mapeado como era que a radioatividade poderia ser estudada hoje. Por mais que você descubra uma coisa, se você não consegue provar essa coisa fazer os experimentos certinhos, dizer o que é aquilo. É mais uma coisa tipo, as outras pessoas precisam entender pra usar aquilo do que você ter que ficar procurando o significado, porque se você não provar aquilo, não justificar não vai ter utilidade nenhuma.
97	P01: Muito obrigada, vocês são ótimos. Gostaria de agradecer a todos que participaram aqui. Mas assim ó, vocês conseguiram ter clareza, se não tiverem eu explico. Mas todo mundo tem clareza de como aconteceram os experimentos? Quais os experimentos utilizados, o que eles conseguiram observar? Quais foram as hipóteses levantadas pelos pesquisadores? Vamos voltar um pouquinho nesse processo de descoberta da radioatividade pra quem ainda não ficou claro ou ficou com um pouco de dúvida.

Turno de fala	Transcrição- Sequência 05, Episódio 04: Compreensão do conceito de radioatividade
01	P01: A radioatividade a gente sabe hoje que é um fenômeno nuclear, ou seja, todas as reações radioativas elas acontecem no núcleo atômico ao contrário dos Raios X. Os Raios X é um fenômeno extra nuclear então, a origem dos fenômenos são diferentes. E aí vem a dúvida Raios X e radioatividade são a mesma coisa? São fenômenos iguais?
02	A01: Não.

03	P01: Raio X veio da radioatividade? É um tipo de derivado da radioatividade? Ou é o contrário? A radioatividade vem dos Raios X? Ou um fenômeno não tem nada a ver com o outro? O que é que vocês acreditam?
04	A01: Me confundi agora.
05	A07: Acho que o Raio X veio da radioatividade.
06	P01: O gente vamos prestar atenção aqui. Você acha o que?
07	A02: que o Raio X veio da radioatividade. Como ela falou que descoberta é algo que a gente não sabe ainda, mas que já existe e como a radioatividade foi descoberta depois dos Raios X, então os Raios X se enquadram no termo radioatividade. Porque a radioatividade emite radiação.
08	P01: Você acha que... Tudo que é radiação eu posso chamar de radioatividade?
09	A02: É, é mais ou menos.
10	P01: Vocês acham que todos os tipos de radiação eu posso chamar de radioatividade? Eu posso considerar que é radioatividade?
11	A01: Não! Poxa eu me confundi todo agora.
12	A05: Não!
13	P01: Não, porque?
14	A05: Não sei.
15	P01: Alguém acha que é o contrário? Que a radioatividade veio dos Raios X? Ou tem alguém que acredite que não tem nada a ver uma coisa com a outra? Hein gente? O que vocês acham?
16	A01: Raio X tá dentro do termo radioatividade como ela disse, mas eu acho que radioatividade não diz respeito a... Na verdade não é qualquer radiação é radioatividade, tipo o som. O som não é... Não está dentro do termo radioatividade eu acho, já que som é um tipo de radiação né. Acho que os raios ionizantes estão dentro de radioatividade. Professora eu acho que os raios ionizantes estão dentro do conceito de radioatividade.
17	P01: Você acha que os raios ionizantes estão aqui dentro (Dirigindo o alunos a observar uma figura no quadro desenhada por ela)?
18	A01: É que os raios ionizantes estão dentro de radioatividade eu acho. Por isso que a gente não ouve dizer que o som ou que outros tipos de radiação estão dentro do conceito de radioatividade acho que é isso.
19	A02: Acho que Raios X e radioatividade estão tudo dentro do mesmo contexto de coisas que fazem mal e...
20	A01: Não, não o Raio X acontece dentro do núcleo.
21	P01: Eu quero ouvir todos vocês, alguém tem mais alguma ideia sobre isso?

Turnos de fala	Transcrição - Episódio 05: Conceito de raios X e radioatividade.
01	P01: Vocês tiveram algumas dúvidas em relação aos Raios X e radioatividade, mas vamos entender. A questão da descoberta dos Raios X e consecutivamente a descoberta da radioatividade, podem ter passado algumas ideias erradas pra vocês. Como, por exemplo, que o Raio X veio da radioatividade, ou que vice-versa, que a radioatividade veio dos Raios X. Existe alguma coisa em comum entre esses fenômenos? Existem duas coisas na verdade que são comum a esses dois fenômenos. Mas eles são iguais? Não, são extremamente diferentes suas origens são diferentes. Porém os dois são radiações, olhem não confundam radioatividade com

	<p>radiação, radioativo com radiação. Tudo que é radioativo é radiação, porém nem tudo que é radiação é radioativo. Porque radiação está ligado a emissão. A radioatividade se enquadra no conceito de radiação porque no processo de radioativo tem a emissão de partículas e energia.</p> <p>Os Raios X também são exemplos de radiação, ou seja, também é uma emissão de uma onda com energia específica, porém o Raio X não é radioativo. Os Raios X têm outras propriedades, não é radioativo, são coisas diferentes. Até porque para a produção dos Raios X é preciso um cátodo, um ânodo e um feixe de elétrons colidindo com o ânodo metálico para a produção de uma radiação. Eu precisei da radioatividade?</p>
02	A01: Não!
03	<p>P01: Radioatividade é um fenômeno natural que acontece com alguns átomos justamente porque esses átomos não tem estabilidade no seu núcleo. Então a radioatividade é um fenômeno de acontece no núcleo do átomo. Não precisa de cátodo, nem de ânodo nem de feixe de elétrons, não precisa de nada disso. A radioatividade é um fenômeno natural os Raios X não. O Raio X é um fenômeno que precisa ser produzido, não acontece naturalmente, a radioatividade sim. Porém estamos falando de dois tipos de radiações, mas com origem diferentes.</p>

Turno de fala	Transcrição - Episódio 06: Conceito de descoberta.
01	P01: Só pra concluir a ideia de descoberta, quem descobriu. Chegaram a alguma conclusão? Mudaram de ideia ou não?
02	A01: Não!
03	A03: Continuo achando a mesma coisa.
04	<p>P01: Continua achando a mesma coisa. Então nós temos três pontos de vista diferentes isso é ótimo. Temos três ideias. Uma que quem descobriu foi Becquerel porque foi ele a primeira pessoa a ver o fenômeno, apesar de não compreender o fenômeno e interpretá-lo de outra forma, mas como ele foi a primeira pessoa a estar diante do fenômeno foi eleito por vocês por descobrir a radioatividade. A outra ideia foi que foi Marie quem descobriu a radioatividade justamente porque ela conseguiu perceber esse fenômeno, perceber as propriedades que ele tinha e explica-lo melhor, então foi ela quem descobriu porque foi ela quem realmente conseguiu perceber o fenômeno e explicar. E tem uma terceira ideia que eu acho muito interessante também, assim como as outras duas que foram citadas, é que na verdade quem descobriu foi todo mundo, porque cada um teve a sua contribuição. Embora Becquerel não tivesse a ideia correta sobre o fenômeno, mas foi graças aos estudos dele que Marie começou os estudos dela, nesse caso não tem a pessoa que descobriu a radioatividade, mas a radioatividade foi uma descoberta conjunta onde cada um trouxe uma contribuição, cada um com seus olhares diferentes. Mas enfim a descoberta foi feita por um conjunto.</p>

Turno de fala	Transcrição - Episódio 07: Conceito de ciência
01	<p>P01: A ciência é uma construção conjunta, não existe cientista sozinho em seu laboratório, até porque para que ele realize seus experimentos ele estudou outras teorias, ele se embasou nos estudos de outras pessoas, desta forma testando teorias e criando suas hipóteses e testando pra ver</p>

	<p>se estão certas ou erradas né. E isso foi o que Becquerel fez, ele não foi por um caminho correto mas criou as suas hipóteses e procurou explicar o fenômeno que ele estava observando.</p> <p>Olha gente uma coisa que eu queria destacar também, é que parece na ciência às vezes na forma que ela é apresentada que os acontecimentos são assim: fulano fez, consecutivamente outro fulano fez, depois ele fez e outro fez. E é tudo uma sequência, mas não é. As vezes parece que tudo segue uma sequência certa vem uma descoberta, depois outra e outra. Mas não é assim, a ciência tem muito desses vai e volta. Alguém teve uma ideia e outra pessoa já não seguiu no caso de Marie, vinha uma sequência de ideias e veio Marie e disse não é por aqui ela seguiu um caminho totalmente diferente. Então não existe essa questão de que ciência é algo linear, certinho, que tenha um método científico que seja pronto e acabado, que segue etapas sequenciais. Se a gente parar pra refletir a gente vai perceber que os cientistas criaram métodos, mas esse método não é universal, cada um seguiu por um caminho por outra perspectiva. As vezes em um mesmo fenômeno um cientista tem um olhar um outro cientista tem outro olhar. Não é através de um método científico pronto que se faz ciência, você pode ver que existem muitas hipóteses que quando testadas podem não dar certo originando outras hipóteses. As vezes um cientista já tem uma ideia convicta daquilo e outras vem e sugere um outro caminho, e assim que se faz ciência, não tem um método perfeito, pronto. E sim pelas novas ideias que surgem através das reflexões é um processo dinâmico.</p>
--	--

Transcrição - Mapa de episódio 04
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Obs 01: Neste encontro foi retomada as discussões iniciadas da aula 05 acerca da descoberta da radioatividade.

Obs 02: Neste encontro foi iniciado algumas explicações sobre a aplicação da radioatividade na medicina referente a aula 07.

Aula 06 – Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca do conceito de radioatividade, seguido da definição das partículas alfa e beta e radiação gama, assim como os conceitos de fissão nuclear, fusão nuclear e tempo de meia vida.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 03: Conceito de Ciências
01	P01: Vocês receberam um questionário e eu gostaria que me apresentassem as discussões realizadas, na questão 01 fala sobre as características do fazer científico você consegue identificar no texto (a professora refere-se ao questionário pós texto do encontro 03). Gostaria que vocês citassem essas características que fazem parte do fazer ciência, que conseguiram ser identificadas no texto sobre a descoberta da radioatividade.
02	A04: Elaboração de hipóteses.
03	A14: Testes também.
04	A04: Experimentos.
05	A03: Divulgação com a comunidade científica.
06	A12: Professora, as ideias de um complementando a do outro pode ser também?
07	A04: Junção de conhecimento.
08	P01: Sim. O que mais?

09	A02: Teve também as discordâncias.
10	P01: O que mais gente? Mais alguma característica do trabalho científico que vocês conseguiram observar no texto?
11	A13: Conclusões
12	P01: Mais alguma coisa?
13	A01: Premiação.
14	P01: As premiações, que também fazem parte do fazer científico. Alguém tem mais algo a ressaltar?
15	A02: O reconhecimento que fica ligado as premiações.
16	P01: Isso eu vou colocar aqui no quadro entre parêntese (A professora listou no quadro as características citadas pelos alunos.)
17	A13: Método científico.
18	P01: Pronto, vamos discutir alguns pontos aqui sobre o que vocês citaram. Alguém tem mais algo a acrescentar?
19	Alunos: Não!
20	P01: Não, certeza? Então vamos lá, algumas ideias foram apresentadas por vocês para essa questão, a primeira está relacionada a elaboração de hipóteses, realização de experimentos, divulgação para a comunidade científica. Para que os cientistas chegassem a uma conclusão eles compartilharam suas ideias uns com os outros, que faz parte dessa divulgação com a comunidade, as pessoas que fazem parte dessa comunidade trocaram informações, né isso? Né essa a ideia? Observaram também que durante o trabalho dos cientistas, houve algumas discordâncias. Onde um acreditava que era uma coisa, já o outro dizia olhe não é assim, então vamos olhar por esse outro lado. Então houve essas discordâncias. E com a experimentação, as discordâncias e a conversas com a comunidade científica eles chegaram a algumas conclusões (...). O método científico que conhecemos é composto por algumas etapas né isso? E se nesse meio termo eu não seguir todas as etapas de elaboração de hipóteses, experimentos, etc. Eu acabo rompendo com o método científico? O método científico acaba não existindo?
21	A12: Eu acho que não
22	P01: O que vocês acham?
23	A06: Eu acho que sim só que distorcido.
24	P01: Continua sendo o método científico que vocês conhecem? Por que vocês me disseram que era uma sequência eu faço isso, depois faço isso, depois faço isso (Referindo-se as escrituras no quadro).
25	A12: Mas se os experimentos não derem certo, você pode elaborar novas hipóteses e realizar novos experimentos até chegar a uma conclusão exata.
26	P01: Então eu posso chamar isso de método científico? Ou então eu acabei com o método científico porque eu tive que voltar.
27	Alunos: Acho que pode voltar.
28	A11: Na minha opinião acho que todos esses tópicos são o método científico e o método científico é uma forma de organizar a sua pesquisa. Porque se você não tem um certo padrão como eles falaram com é que vai ficar organizado, como você vai conseguir chegar a uma conclusão "correta" vamos dizer assim. Porque se você não tiver esse método você pode esquecer de alguma etapa e acabar tendo conclusões precipitadas.
29	P01: Mas mesmo que eu volte a essa ideia. Ah! Eu comecei a agir de acordo com o método, elaboro hipóteses, faço experimentos.
30	A11: Você não precisa necessariamente seguir essa ordem.
31	P01: Você está dizendo que mesmo que eu não siga essa ordem não deixa de ser um método.
32	A11: Isso!

33	P01: Alguém mais gostaria de falar sobre o método científico. E você rapazinho que citou o método científico ainda continua achando que se eu não seguir esses passos não é método, ou você acha que é outra coisa, ou concorda com a colega?
34	A13: Eu concordo com a colega.
35	P01: Então você acha que continua tendo o método mesmo que ele não seja linear?
36	A13: Isso!
37	P01: Alguém gostaria de acrescentar mais alguma coisa?
38	A02: Professora, é assim quando a gente ficou sabendo o que era método científico pela Química, ou pela ciência. Eu acho que ficou algo tipo, muito certinho, hipótese, experimento e conclusão como a senhora falou, mas de acordo com o texto que a gente leu ontem a senhora disse que não era assim que funcionava, poderia criar experimentos e depois hipóteses e se não desse certo criar outras hipóteses e experimentar até chegar em uma solução no caso o resultado final. Eu concordo com ela e com eles, mas método científico quando é apresentado pra gente é muito padrão, é algo muito certo.
39	A08: Na teoria porque na prática...
40	A02: Isso! Na teoria é muito certinha, mas quando a gente vai ver não é assim que funciona. Eu acho que é isso.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 08: Conceito de descoberta
01	P02: É uma pergunta que a professora já fez, mas eu estou retomando. O que vocês entendem por descoberta nesse momento?
02	A04: Que a descoberta surgem das dúvidas. Se uma pessoa tem uma dúvida aí ela vai estudar para não ter mais a dúvida e acaba descobrindo uma coisa nova.
03	P02: Certo.
04	A01: Eu acho que, o que eu entendo de descoberta é ser o primeiro a testemunhar algo, mesmo que de primeira você não entenda o que está acontecendo. Ser a primeira pessoa a testemunhar aquele evento então é você é quem está descobrindo, e é a partir daí, a partir de você que vai poder formular as hipóteses, enfim chegar a uma resposta, mas o primeiro a presenciar é quem descobre na minha opinião.
05	P02: Certo. Daí você ser a favor de ser Becquerel que descobriu, porque foi ele o primeiro a testemunhar e divulgar esse fenômeno. Ok!
06	P01: Mais alguém? Alguém tem alguma opinião diferente da dele? O pessoal que defendeu Marie, por que acha que foi ela?
07	A02: Pelo o que a gente entendeu ontem, da aula de ontem e de hoje também é meio que uma junção do que ele falou e do que você falou também (referindo-se a uma colega) só que a gente defende Marie porque eu acho que descobrir em si não é só testemunhar. Porque uma coisa é eu ver algo e não falar nada sobre isso, pra você descobrir você precisa saber o que isso significa pra que você possa passar aos outros o que você descobriu. É uma junção mas tem suas divergências entendeu?
08	P01: Mas veja, Becquerel elaborou uma resposta para o fenômeno.
09	A12: Mas ele não chegou a mesma conclusão que ela.
10	A03: Mas não foi a certa.
11	A12: Ele chegou sobre outra coisa, porque Marie é como a senhora falou ela não vai testar as mesmas coisas que Becquerel, ela vai fazer outros estudos além do dele.

12	A02: Porque quanto mais experimentos fizemos, mais conhecimentos adquirimos, além dos que já existiam ela fez por outros meios e outros métodos, aí ela conseguiu mais ainda, ela conseguiu explicar com mais...
13	P02: Ela elaborou um conceito para radioatividade né.
14	A02: Sim e é aceito até hoje.
15	P01: Muito obrigada pela contribuição de vocês.
16	A11: Mas se a gente for para pra pensar, aí a gente vai pra filosofia cada filósofo diz uma coisa uma contradiz o outro, nesse caso não haveria nenhuma descoberta de acordo com a filosofia, logo não haveria matemática, química, biologia.
17	P01: Olhe, na verdade a ideia que a filosofia quer trazer não é que não haveria ciência.
18	A11: Não, porque ela falou em descobrir e descobrir na sua opinião pelo que eu entendi é aquela pessoa que além de ver, cria um conceito entendeu? Mas os filósofos cada um tem um conceito diferente.
19	A02: Mas aí você veja que existem três filósofos que são considerados como um marco.
20	A11: São considerados um marco, mas que se contradizem né. Eles são grandes filósofos.
21	A02: Então mesmo eles sendo grandes filósofos eu acho que esse conceito de filosofia na ciência não se permite tanto. Por exemplo, Sócrates pra mim ele cria conceitos sobre a sociedade.
22	P01: Gente eu gostaria que as duas meninas que estavam discutindo, apesar de todos estarem, mas que eles expusessem suas opiniões para os colegas. Para que todos possam ouvir melhor. Os demais eu peço atenção, se vocês não concordarem com as ideias ou quiserem acrescentar podem se pronunciar também. Só retomando o que vocês estavam falando A01 disse que atribuiria a descoberta da radioatividade a Becquerel porque foi ele o primeiro a depara-se o fenômeno. Já A02 afirmou que, não é apenas deparar-se com o fenômeno, mas sim de entende-lo, explica-lo e elaborar conceitos plausíveis para ele. E aí as meninas falaram sobre a questão filosófica.
23	A11: Eu citei a filosofia como exemplo.
24	P01: É ótimo, eu só queria entender a relação da ideia de descoberta com a filosofia. Gente vamos ouvir a ideia dela.
25	A11: Eu dei exemplos de dois grandes filósofos onde um contradiz o outro.
26	A02: Pelo que eu entendi do raciocínio dela que usa a filosofia onde os filósofos se contradizem, mas nesse caso não é que um contradiz o outro na verdade se complementam os experimentos de um ajuda no do outro. Porém Marie fez experimentos totalmente diferentes dos outros anteriores, as ideias dela partiram dela própria, né assim?
27	P01: E embasada em outros estudos que estavam ocorrendo. Lembram que eu falei que Rutherford também estava trabalhando nisso, e a partir de então surgiu uma nova ideia de átomo, quem sabe se também não surgiram novas ideias que deram suporte as conclusões de Marie.
28	A02: No caso da filosofia existem várias teorias de vários grandes filósofos, como um todos porque não existe só um, assim como vários cientistas existem também. Eu acho assim a ideia mais aceita é a que sobressai e como eu estava conversando com a colega uma completando a outra ela disse que assim, a ciência como no caso de Marie ela é mais aceita porque ela viu, estava presente no ato lá, no fenômeno e ela também soube explicar o que estava acontecendo. Eu acho que é a mesma coisa que um filósofo faz, ele cria suas hipóteses, ele cria sua teoria e ele sabe explicar o que cada fala. Sócrates fala uma coisa, outro filósofo outra assim sabe.

29	A12: Tipo que a descoberta tem um conceito. Como é que você vão dizer que descobriu algo se você não sabe nem o que é.
30	P01: Então Becquerel atribuiu algumas características. Becquerel atribuiu sim algumas características a radiação que ele chamou de raios de Becquerel, ele explicou essa radiação como uma fosforescência invisível, porém não foi a explicação correta. Como eu havia falado anteriormente as verdades são provisórias, os conceitos são tomados como verdade até que outra pessoa prove que não é.
31	A02: É o caso que eu acho que a filosofia não se enquadra nesse conceito porque cada filósofo fala uma coisa e não se sabe o que realmente é verdade. Na ciência a gente também não sabe o que é verdade, mas a gente adequa com o momento. Que no caso a mais aceita é a de Marie que ela presenciou e explicou. Então no caso eu acho que a filosofia em si não entra porque cada um explica de uma forma e agente com a opinião própria aceita a que a gente quiser. Assim, existe um tipo de cientista que fala a verdade no momento, mais daqui a dez anos e dizer não é assim como Marie pensou é assim, assim e assim. As teorias serão avaliadas também, vão ser feitos outros experimentos e outras hipóteses, ver se essa nova é melhor que a anterior.
32	P02: Eu acho que é interessante o que você está colocando, todas as falas são importantes, mas eu acho que você chamou a atenção para um aspecto né A02 e A11. Isso foi muito importante porque você citou sobre a filosofia né. Então, tem vários filósofos que pensam de forma diferentes e não há como dizer qual é o certo ou o errado. A ciência na questão da descoberta ela se assemelha nesse ponto, mas de qualquer forma quando se trata da construção do conhecimento científico, a ciência vai se diferenciar um pouco da filosofia, porque ela tenta estabelecer o que é cientificamente aceito naquele momento embora, você possa ter mais de uma teoria que seja cientificamente aceita, mas o cientista trabalha nessa linha. Na linha de dizer o que é cientificamente aceito hoje é isso, por exemplo, qual o modelo atômico cientificamente aceito hoje. Então por mais que na ciência de ponta existem divergências, e existem bastante. Mas a ciência tende sempre a determinar o que é cientificamente aceito naquele momento histórico e a filosofia não tem muito essa pretensão ela tem o pensar muito mais livre que a ciência, daí ter essa variedade maior que na ciência. E a ciência ela tenta conter um pouco essa variedade, essa variedade existe, mas ela tentar conter um pouco mais, por exemplo, o que nós entendemos hoje como átomo? Qual a concepção cientificamente aceita hoje para radioatividade? A filosofia se difere um pouco da ciência porque ela vai lançando pressupostos e a ciência vai além desses pressupostos com o objetivo de determinar o que é cientificamente aceito. Foi ótimo você ter colocado essa comparação para refletirmos melhor.
33	A11: Mas eu citei a filosofia só como exemplo mesmo. E tem a matemática também, como exemplo tem a fórmula de Pitágoras, que tem vários jeitos de chegar no resultado sem usar a fórmula.
34	P02: Certo, eu só estava querendo dizer que a ciência não é a mesma coisa que a filosofia. A filosofia tem uma lógica diferente uma forma de entender o mundo diferente da ciência. A ciência precisa da filosofia como pressuposto pra entender alguns fenômenos, mas ela tende a dizer o que é cientificamente correto, a filosofia é mais livre.
35	A02: A matemática o exemplo de Pitágoras que você deu, ele fez vários testes e usou vários números para chegar e comprovar a fórmula assim como na ciência são realizados vários experimentos até chegar à conclusão correta do momento entendeu? No caso de Pitágoras, a matemática e a ciência estão muito próximas entre si. Porque pra existir a matemática

	foram feitos experimentos, e como é que a gente sabe que os números são infinitos, como é que a gente sabe da primeira equação, foi preciso testar pra gente ter essa fórmula completa. E na ciência é a mesma coisa a gente faz testes, e testes e testes até chegar em algo que é aceito cientificamente.
--	---

Transcrição- Mapa de episódio 05
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 07 – Consiste na exposição interativa realizada pela professora acerca da aplicação da radioatividade na medicina, seguida da leitura e discussão do texto sobre o acidente radioativo ocorrido em Goiânia- Go com o isótopo Césio 137.

Aula 08 - Consiste na resolução de discussão do questionário sobre alguns os pontos abordados na Sequência de Ensino- Aprendizagem.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre o acidente radioativo ocorrido em Goiânia-Go com o isótopo Césio 137.
01	A11: O que vocês acharam desse acidente?
02	A05: Que muitas pessoas morreram.
03	A11: Ah nossa! Pra mim a pior coisa foi as pessoas não terem conhecimento sobre tal, vai A01 fala alguma coisa!
04	A01: Vou deixar vocês falarem, eu sempre falo muito.
05	A11: Fale que nós vamos colocando nossos pensamentos.
06	A01: Então eu acho, na minha opinião que a culpa não foi da população, a culpa foi do hospital que não jogou o bagulho certo né. Porque tipo, ninguém tem a obrigação de saber o que é radioatividade. A culpa foi de quem mexia com a parada e que não teve responsabilidade para descartar.
07	A11: E sabia o risco.
08	P01: O que foi que vocês entenderam do texto?
09	A12: Que o cara encontrou o pó no lixo que chamava atenção e começou a se propagar pela luminosidade que ele provocava. E por não conhecer acabou gerando o acidente.
10	A04: E se uma pessoa não tivesse sido esperta como a mulher dele e não tivesse tomado a iniciativa de levar até a vigilância sanitário o estrago teria sido maior.
11	P01: Galera aí do fundo, qual foi a ideia de vocês sobre o texto?
12	A11: Bom, é... Então, acho que todos aqui chegamos à conclusão de que foi culpa do hospital em ter colocado, exposto a população a tal risco, porque ninguém aqui de certa forma tem a obrigação de saber, mas eles que estão mexendo com o material sim. Precisam saber e eles tem noção que ali é radioatividade, pelo amor de Deus gente.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 05: Ciência e outras formas de conhecimento
01	P01: Gente, vamos lá! O que pra vocês torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento?
02	A15: Eu juntei aquilo que a senhora disse, você senhora fica estranho (risos). Você falou logo no comecinho que ela gosta sempre de estar sempre renovando o que ela conhece.
03	A04: Eu coloquei basicamente isso como ela é estudada e comprovada através de experimentos.

04	A06: Eu botei a ciência estuda para comprovar algo e ela a ciência serve pra confirmar as verdades.
05	P01: Hum! A questão da validação científica. O que mais?
06	A01: Eu acho que a ciência só pode ser feita em conjunto, não pode ser feita sozinho, acho que o tipo de conhecimento não consegue evoluir sem uma fundamentação. Então, não dá para uma pessoa chegar e seguir um estudo e dizer que é ciência, sempre que começar um estudo deve seguir uma metodologia fundamentada no estudo de outros cientistas.
07	P01: O que mais gente. Vocês? Pra vocês o que torna a ciência diferente de outras formas do conhecimento?
08	A03: A ciência não é feita de achismos ela tem que provar.
09	P01: Gente, o que vocês ressaltaram sobre o que torna a ciência diferente de outras formas de conhecimento está relacionada a validação científica, a preocupação que a ciência tem de comprovar, de confirmar o que ela diz. Diferentemente de outras formas de conhecimento e outra coisa que vocês ressaltaram no caso de A01 é a questão da comunidade, pois a ciência não é algo que se faz sozinho, é necessário que se tenha um grupo de pessoas as quais tenham todo um arcabouço teórico um estudo e que a ciência não é feita por acaso. Ressaltando também o que a colega falou não é achismo, não é eu acho que isso faz, mas mostra como faz, o que faz e falida isso. Então tem todo um percurso pra se fazer ciência, você não faz isso de qualquer forma.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 06: Concepção sobre ciência e suas relações
01	P01: Na segunda questão tem assim: A ciência torna a vida das pessoas melhor?
02	Alunos: Sim.
03	P01: Por que?
04	A04: Pois é através dela que são descoberta várias formas de curar doenças.
05	P01: Curar doenças. O que mais?
06	A01: E diversas tecnologias.
07	A03: O desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento do ser humano.
08	A02: A ciência estuda alguns pontos que são desconhecidos pela maioria da população e se as pessoas soubessem um pouco mais desses pontos isso tornaria a vida das pessoas melhor. É o caso que ocorreu com o acidente com o Césio 137, se todo mundo tivesse uma base, uma base mínima sobre o que era aquela substância, não teria acontecido tantas coisas como aconteceu. Então é isso, a ciência no caso torna a vida das pessoas melhor porque ela pode impedir muitas mortes quando a descoberta já foi estudada.
09	P01: O que mais gente, vocês acreditam que a ciência torna a vida das pessoas melhor?
10	Alunos: Sim!
11	P01: Vocês querem ressaltar mais alguma coisa?
12	Alunos: Não!
13	P01: Então, foi muito importante a colocação de vocês em relação à saúde, o desenvolvimento humano, o desenvolvimento tecnológico, e esse desenvolvimento tecnológico voltado a melhoria da educação, voltado a melhoria da saúde. A ciência como vocês viram e a tecnologia estão intimamente entrelaçadas, e a ciência e tecnologia atua para uma sociedade. Então não tem como se pensar ciência fora de uma sociedade.

Turno de fala	Transcrição - Episódio 07: Cientistas e suas descobertas
01	P01: E vocês acreditam que os cientistas eles devem ser responsabilizados pelos danos de suas descobertas?
02	Alunos: Não!
03	P01: E quem pode controlar o desenvolvimento tecnológico e seu uso?
04	A02: Ninguém!
05	P01: Vocês acham que pode ser controlado?
06	A01: Quem pode controlar a evolução tecnológica é a ciência, porque a ciência produz a tecnologia. Agora, quem pode controlar o uso da tecnologia que a ciência produz é a própria sociedade, é tanto que por exemplo, a radioatividade é uma tecnologia que foi desenvolvida pela ciência, só que ela tem vários usos são controlados pela sociedade. Então a radioatividade pode ser usada em forma de geração de energia ou pode ser usada como arma pra guerra. Então, quem controla o uso é a sociedade e quem controla o desenvolvimento da tecnologia é a própria ciência.
07	P01: Em relação ao cientista você acha que ele deve ser responsabilizado?
08	A05: Sim e não, porque... Sim porque se uma pessoa pesquisa algo, ela tem que ir até o fundo pra mostrar quais são os impactos negativos e positivos, e tornar isso público pra que a sociedade não cometa erros como teve em Goiânia. E não porque depois da publicação dos aspectos positivos e negativos que se torna responsável pelo uso não é o cientista e sim a sociedade porque ela tem o conhecimento do que é certo e do que é errado e mesmo assim e procura o caminho de acontecer imprevistos, problemas.
09	A02: Eu acho que os cientistas não devem ser responsabilizados, porque não é um são vários onde um complemento o outro mesmo não utilizando o mesmo método para explicar o fenômeno, até porque a gente nunca sabe até onde vai esse fenômeno. A durabilidade de uma substância pode ser de muitos e muitos anos e nosso tempo de vida pode nada em relação ao da substância. Ela tá certa quando ela diz que o que eles descobrirem eles tem que tornar público para que as pessoas pra as pessoas saberem o que deve causar e quais a consequência, enfim. Mas acho que não é culpa deles porque eles não podem ir tão a fundo quanto desejariam.
10	A01: Eu acho que as vezes quando as descobertas causaram danos pra sociedade de alguma forma, todas as vezes eu acredito que não foi intencional, eu acho que essas vezes que teve os danos foi porque não houve a tecnologia atual para aquela descoberta que foi feita não dava a margem pra que eles conseguissem saber tudo naquele momento sobre aquela coisa. Se uma coisa é nova que acabaram de descobrir não tem como saber de uma hora para outra todos os benefícios e todos os malefícios, só com o tempo é que vai descobrindo se faz mal, pra que serve.
11	P01: só complementando o que você está falando, é assim, a ciência não chegou no seu limite nós sabemos algumas coisas sobre radioatividade, mas pode ser que daqui a alguns anos novas coisas sejam descobertas a esse tipo de material (...).

Transcrição - Mapa de episódio 06
Fonte de gravação em vídeo: Câmera fixa
Aulas que compõem o mapa:

Aula 09 – Consiste na discussão sobre aspectos sociais e econômicos da vida de Marie Curie e Antoine Becquerel, assim como a influência de tais aspectos no fazer científico. Além das relações entre ciência e outras formas de conhecimento.

Obs: Essa aula contou com a participação de três professores sendo eles: A professora pesquisadora (P01), a professora orientadora (P02) e o professor de filosofia do Colégio de Aplicação –UFS (P03)

Turno de fala	Transcrição - Episódio 04: Leitura e discussão do texto sobre aspectos sociais da vida de Becquerel e Marie Curie. Bem como as relações da ciência com a sociedade da época.
01	P01: Gente vamos iniciar o debate, então gostaria de saber quais foram os aspectos da vida de Becquerel que mais chamou a atenção de vocês?
02	A11: O pai dele era físico.
03	A03: O pai dele era físico e o avó dele também.
04	P01: E como era essa relação de Becquerel com a família, com a comunidade?
05	A05: Eu acho que com a comunidade, até porque o texto fala que ele incentivou o casal a continuar pesquisando sobre o estudo dele da radioatividade.
06	P01: A relação dele com Marie foi justamente de orientação. O que mais vocês teriam para comentar sobre a vida de Becquerel? Hein gente, o que mais?
07	A16: Ele foi membro da academia de ciências.
08	P01: Isso!
09	A14: Becquerel meio que teve um preparo, ele fez várias experiências né. Ele sempre foi fazendo alguma coisa para ir aumentando a experiência dele para poder fazer as descobertas, eu acho que isso meio que acabou ajudando ele. Ele seguiu os estudos do pai.
10	P01: Como vocês puderam observar ele não tinha uma vida só no laboratório, ele tinha uma vida social também, ele casou, teve filho. Inclusive o filho dele também se tornou físico. É vamos lá, se a gente for agora trazer um pouco de Becquerel para a descoberta da Radioatividade em si. O que foi que Becquerel estava estudando, quando ele teve p primeiro contato com o fenômeno da radioatividade? Qual foi a substância que ele estava estudando?
11	A01: Sal de urânio.
12	P01: E como ele teve acesso aos sais de urânio?
13	A05: Com a família.
14	A14: Ele herdou do pai.
15	A17: Pelo pai.
16	P01: O pai de Becquerel também estudava os sais de urânio. Embora desconhecesse o fenômeno da radioatividade, ele também desenvolvia, estudos com os sais de urânio. E vocês observaram alguma similaridade na forma que Becquerel explicou esse fenômeno de radiação presente nos sais de urânio, com os estudos desenvolvidos pelo pai dele? Alguma similaridade assim? Ou não tiveram similaridades entre os estudos de Becquerel desenvolveu, com os estudos que vinham sendo desenvolvidos pela família dele?
17	A05: Aqui fala que seu pai Edmund Becquerel professor de física aplicada, desenvolveu pesquisas tais como a radiação solar e a fosforescência. Ele seguiu o caminho.
18	P01: Na verdade o filho que seguiu o caminho dele. Então olhem só, o pai de Becquerel já estudava a fosforescência. Ele já tinha uma base de

	conhecimento sobre a fosforescência e ele acabou seguindo esse caminho. E foi justamente o fenômeno da fosforescência que ele usou pra explicar a radiação dos sais de urânio.
19	A02: Professora, a senhora disse que Becquerel tinha uma vida normal como qualquer pessoa, mas tipo assim naquela época quando ele ia fazer experimentos ou coisa do tipo, os cuidados que ele tinha pra prevenir acidentes eram um pouco desconhecidos. O que não encaixa eram os cuidados que ele tinha com o material já que ele desconhecia o fenômeno.
20	P01: E quem disse que ele tinha cuidados?
21	A02: Mas como ele viveu tanto tempo?
22	A13: Quanto tempo ele viveu?
23	A05: Cinquenta e seis anos.
24	A02: Cinquenta e seis anos é muito tempo pra quem mexe com a radioatividade ao meu ver.
25	P01: Olhem Marie também “durou” muito tempo da forma que você falou. Mas porque é assim, na verdade as pessoas tem uma ideia de que se você teve um contato com uma material radioativo você já vai morrer. Como o caso que aconteceu com o Césio. Mas no caso do Césio ele tinha o composto como eu posso dizer “puro” no sentido de que o Césio não estava ligado a outros elementos químicos, no caso dos sais de urânio. O urânio estava ligado a outros elementos e misturado a outras substâncias. Então talvez a quantidade de radiação que esses cientistas recebiam não eram tão intensas ao ponto de causar danos muito rápido. (...) Seguindo a discussão, quais foram os aspectos da vida de Marie que mais lhe chamou a atenção?
26	A05: Ela sobreviveu com bolo e chá.
27	A17: Ela foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel.
28	A13: Quando ela tinha 37 anos já parecia velha.
29	A14: Ela morreu de leucemia.
30	P01: Por quê?
31	A13: Por causa da radiação.
32	P01: Isso já era um os efeitos da exposição que ela tinha frequente.
33	A13: E ela morreu por conta disso, de leucemia.
34	P01: O que mais meninos?
35	A05: A determinação dela, porque aqui fala né que ela preferiu morar um apartamento não muito confortável e se manteve só de água e chá pra poder ter mais tempo para estudar. Tipo a determinação dela que apesar de tanta dificuldade ele conseguiu se manter, pra conseguir o que ela realmente queria, de certa forma meio que impactou a sociedade naquela época, porque só homem podia estudar.
36	P01: Então, já era uma realidade social diferente da nossa realidade social, na época de Marie. A gente percebe que as mulheres tinham uma certa dificuldade de acesso à educação e Marie foi rompendo fronteiras, praticamente. Ela morava em um país e teve que se mudar para outro, para conseguir estudar, porque no país que ela vivia, não aceitava que mulheres estudassem naquela universidade. E vocês, quais aspectos da vida de Marie chamou sua atenção?
37	A18: Achei interessante o que ela falou que a sua sucessora seria a filha mais velha e não a mais nova.
38	P01: Mas, por que foi a mais velha e não a mais nova?
39	A18: Porque ela tinha mais as como eu posso dizer.
40	A01: As características da mãe.
41	A18: Isso aí, as características.

42	P01: E Eve a filha mais nova não se interessou muito pela ciência. E Irene seguiu não posso dizer exatamente os passos da mãe, mas tem algumas similaridades, com a história da mãe. Ela se casou com uma pessoa do meio acadêmico, junto a ele desenvolveu suas pesquisas, assim como a mãe teve dois filhos e além de características do desenvolvimento no meio científico, ela apresentava características pessoais, ele parecia muito com a mãe. Pelo fato de ser recatada, ser tímida, essa era algumas das características de Marie.
43	A19: Também tem que ela levou sistemas radiológicos móveis para ajudar soldados feridos de guerra, ela parou de estudar um pouco para poder ajudar.
44	P01: Ela tocou em mais um assunto que eu acho interessante é relacionado a guerra, Marie parou seus estudos por um tempo para ajudar soldados de guerra. Então vamos entender um pouco sobre a França, como estava a França nesse período? Quais eram suas características?
45	A13: Os presidentes são depostos.
46	A07: Escândalos políticos.
47	P01: A França estava em um momento extremamente caótico né, de política, de economia, estava em um período de guerra, e Marie teve essa intervenção positiva tentando ajudar feridos de guerra. O que mais, quais as características da França nessa época?
48	A11: Logo no início vem mostrando que a ciência era dominada pelos homens e ela foi a primeira mulher a ganhar um Prêmio Nobel.
49	A13: Ela já lecionavam nos mestrados, muitas mulheres não estudavam e ela já estava dando aula.
50	P01: Então assim, no período que as descobertas aconteceram, então a vida de Marie teve uma diferença em relação a vida de Becquerel, ela se encontraram em um ponto no caso da descoberta da radioatividade. Mas se vocês fossem analisar a vida de Marie e de Becquerel, como se deu esse processo até eles se encontrarem, e aí? O que vocês tem a dizer sobre a vida de cada um?
51	A13: A de Marie foi mais dura.
52	A02: É a de Marie foi pior que de Becquerel, por razões do sexo e gênero né, porque homem e ela era mulher, então ele tinha mais oportunidades que ela e ela tinha mais força de vontade pra aprender porque se não fosse por isso ela não tinha descoberto nada.
53	A13: E a condição também.
54	A05: É questão financeiramente, porque a família de Becquerel já vinha avançando nesse lado da ciência é tanto que eles tinham uma mina. Já a família de Marie não tinham essas condições todas, essa questão financeiramente.
55	P01: Então, as diferenças principais que vocês acreditam entre a vida de Marie e de Becquerel é justamente a questão do sexo, por Marie ser mulher ela foi...
56	A01: Teve mais dificuldades.
57	P01: Teve mais dificuldades de estar no meio acadêmico, e desenvolver seus estudos, e com Becquerel não aconteceu a mesma coisa né. E a questão financeira, porque Becquerel já vinha de uma família de cientistas que deu todo o suporte pra que ele desenvolvesse suas pesquisas. O que mais vocês querem acrescentar?
58	A01: Uma coisa que eu achei interessante também foi depois dos estudos de Marie com Becquerel, quando eles iam ganhar o Prêmio Nobel foi até depois da morte do marido dela. Ela continuou estudando radioatividade só que ela foi mais pra o meio da medicina né. Ela se dedicou, tanto que fala

	aqui que ela fundou o centro de radioterapia ela usou o elemento que ela descobriu junto com o cara que foi o elemento rádio. Depois que o cara morreu (Esposo de Marie) ela seguiu por esse caminho.
59	P01: Pra você ver como a força de vontade como a colega falou foi fundamental para Marie, que rompeu fronteira, porque além de romper com a questão do preconceito, ela teve uma vida muito dedicada a ciência. E mesmo após a morte do seu marido ela continuou seus estudos, uniu-se a outros cientistas pra abrir o Instituto do Rádio. No período de Guerra foram para ajudar soldados, e esses estudos eram relacionados aos Raios X, além de estudar sobre a radioatividade ela também estudava sobre os Raios X. (...) Voltando a ideia do Prêmio Nobel, teve um impasse aí, pra ela conseguir receber esse prêmio o que vocês acham sobre isso?
60	A01: Porque era um prêmio masculino, aí quem ia ganhar era só o marido dela, porque não aceitava mulher aí o cara ficou brigando, mas se o cara não fizesse questão. Ele ficou fazendo questão pra que ela ganhasse e que deu metade pra Becquerel e metade pro casal. Nem foi só pra ela foi pro casal.
61	P01: Pra você ver como a mulher era vista nessa época. (...) Vocês notaram uma coisa que ela fez ainda no período de guerra além de ajudar os soldados?
62	A05: Abriu a fronteira.
63	P01: Como foi que ela abriu a fronteira do rádio?
64	A01: Ela não patenteou, ela deixou pra que as pessoas pudessem estudar.
65	P01: ela deixou livre pra que as pessoas pudessem obter mais informações possíveis. Ela fez outra coisa.
66	A16: Ela entregou todo o valor do seu prêmio pra ajudar a França.
67	P01: No geral, qual a ideia de vocês sobre Marie como pessoa, como pesquisadora? E Becquerel como pessoa e como pesquisador?
68	A05: Marie se dedicou mais, por causa de sua batalha pra chegar onde chegou com relação a Becquerel.
69	A13: É um símbolo de persistência a história dela em geral.
70	A02: Acho ela um exemplo de pessoa, não que Becquerel não seja também, mas por ela ter se destacado da forma que ela sofreu pra conseguir, por tudo que ela passou, é tipo, qualquer um gostaria de ser ela. Essa força de vontade essa perseverança que ela tinha em vencer na vida, não só pelas condições financeiras, mas também porque ela era mulher e ela quebrou barreiras. Para hoje dar oportunidade pra gente frequentar a escola, enfim ela é maravilhosa.
71	P01: Bom! Na terceira questão diz os seguinte: Quais eventos apresentados no texto indicam as relações entre os cientistas e a comunidade científica?
72	A01: A própria escolha de Marie em não patentear pra deixar a comunidade estudar o rádio, justamente mostra que ela sabia que tinham outras pessoas que queriam estudar o rádio, depois de descoberto. Becquerel que tornou o estudo de sais de urânio público e é essa relação com a comunidade.
73	P01: O que mais gente, vocês podem destacar sobre as relações dos cientistas com essa comunidade científica? É importante ter uma comunidade científica?
74	Alunos: Sim!
75	A01: Por exemplo, o Prêmio Nobel, os cientistas faziam seu trabalho, e não era fácil dependendo de cada cientista ele passava por dificuldades, pra estudar muito e depois ganhar um Prêmio Nobel, isso é gratificante. Além da relação do cientista com a comunidade para ajudar nas pesquisas, a

	gratificação, a honraria também incentivavam os outros cientistas que estavam estudando, e continuar fazendo ciência. Talvez isso tenha feito com que a ciência tenha avançado tanto nessa época.
76	P01: Justamente a consolidação dessa comunidade você acha?
77	A01: é isso, principalmente a gratificação que eles davam, os prêmios, os auxílios pra quem fazia as descobertas.
78	P01: Então você acredita que o desenvolvimento científico se dava porque essa comunidade investia financeiramente, com os prêmios.
79	A01: Isso!
80	P01: Qual o papel dessa comunidade científica? Pra que que ela serve?
81	A13: Promover a tecnologia, no caso pra... contribuição pra medicina.
82	P01: Você acredita que a comunidade científica está relacionada ao desenvolvimento tecnológico.
83	P02: Eu gostaria de fazer uma pergunta. O que é que vocês estão entendendo por comunidade científica?
84	A02: Eu penso que são as pessoas.
85	Alunos: Eu também.
86	A02: As pessoas da comunidade, não da parte científica, as pessoas que são testadas ou que são envolvidas nos experimentos delas.
87	P02: Então, eu penso que a professora está com um outra concepção de comunidade científica que é diferente da concepção de vocês sobre comunidade científica.
88	A01: Na minha concepção são todos os cientistas.
89	P02: Todos os cientistas. Era essa a sua?
90	A01: Era todos os outros cientistas que estudam. Acho que essa é uma comunidade científica.
91	A02: Pra mim, cientista é cientista e comunidade é todo mundo.
92	A01: Eu penso que sejam só os cientistas, e quem não for cientista não faz parte da comunidade científica.
93	P02: O que vocês entendem por comunidade?
94	A01: Um grupo que se ajuda, que dá suporte um ao outro.
95	P02: E por que eles estão unidos?
96	A01: Em prol de um bem comum.
97	A02: Porque tem aspectos em comum.
98	P02: Porque tinham objetivos comuns, propósitos comuns.
99	A02: Até aquela questão de Becquerel com Marie eles estavam desenvolvendo juntos onde um ajudou o outro depois apresentou pra comunidade.
100	P02: Então. O conceito que vocês tem de comunidade é esse, pessoas que tenham objetivos comuns (...). Ou até mesmo objetivos de pesquisa em comum, e assim nós temos a comunidade dos químicos, a comunidade dos físicos.
101	A01: É tanto que no Prêmio Nobel eles ficaram em dúvida de Becquerel e Marie receberiam o prêmio de química ou física.
102	P02: Exatamente, até porque nem sempre dá pra definir onde começa e termina a física ou a química, porque os conceitos se entrelaçam. Apesar de existirem essas fronteiras, mas essas fronteiras são permeáveis ela permite essa interface entre vários domínios do conhecimento. Então, a gente entende como comunidade científica, um grupo de cientistas que tem um objetivo de pesquisa em comum, um campo de pesquisa em comum, mas que não são fechados, eles interagem com outros campos de cientistas e também com a comunidade das pessoas que não são cientistas. Entendeu? A gente não pode entender comunidade como um grupo de qualquer pessoas (...).

103	P01: (...) entendendo o que a professora falou sobre comunidade científica, qual seria agora a concepção de vocês sobre o papel dessa comunidade?
104	A01: Dar suporte as pesquisas, as vezes o cientista fazia o estudo só que tinha dúvidas sem saber se estava certo ou errado. Justamente a comunidade entrava nesse contexto pra ajudar nos experimentos, a melhorar a tese ou coisa assim.
105	P01: Outra coisa importante a citar sobre a comunidade científica é que ela valida o conhecimento, ou seja, é ela quem designa algumas características do que pode ser considerado científico ou não. (...) Na quarta questão diz o seguinte: Os cientistas são pessoas diferentes das demais?
106	A02: Não!
107	P01: Se sim, por quê? Se não. Por quê?
108	A17: Acho que não, porque eles apenas se dedicaram mais do que as outras pessoas.
109	A02: São pessoas que tem curiosidade, e quando a pessoa tem curiosidade ela vai em busca da oportunidade que ela tiver. Elas são pessoas normais, mas que procuram saber mais sobre algumas coisas.
110	A05: Que se esforçou pra buscar, porque se todo mundo se esforçar consegue, tem muito a ver com interesse e esforço se você tiver você consegue, você é capaz. Só basta acreditar.
111	A01: Eu acho que sim, apesar de todos terem a mesma capacidade cientistas eles se dedicaram aquilo então de alguma forma eles tem mais conhecimentos do que outras pessoas. Porque é como dizem, existem várias vertentes de ciência e as pessoas podem escolher que caminho seguir, então por exemplo, um físico e um filósofo, apesar de serem iguais, ou seja, terem a mesma capacidade, mas um é diferente do outro. Não dá pra dizer que as pessoas são iguais. Os cientistas são pessoas diferenciadas.
112	P01: E o que diferencia, por exemplo, um físico ou um filósofo de uma pessoa que não é nenhuma dessas coisas?
113	A05: A afinidade ou seja, tem pessoas que são melhores em tudo, mas, tem pessoas que se dedicam mais em uma área e assim que de certa forma gosta.
114	P01: Você acha que por você ter afinidade com algo torna você diferente de outra pessoa?
115	A02: Não! É igual, só que tipo não é porque eu gosto de exatas que vou me tornar uma pessoa diferente de quem gosta de humanas. Eu não vou estudar uma coisa que eu não gosto.
116	A01: Mais eu creio que quando uma pessoa tem afinidade pelo que estuda, tenho plena certeza que essa pessoa vai ter muito mais, ela tem a probabilidade ela tem a chance de ter muito mais sucesso com essa coisa que ela gosta, do que se ela estudasse uma coisa que ela não gostasse.
117	A02: Mas todo mundo procura estudar aquelas coisas que tem afinidade, ninguém quer tipo eu odeio filosofia e vou estudar filosofia. Eu gosto de matemática então eu vou fazer o que gosto, é o que torna as pessoas iguais elas buscam fazer o que gostam.
118	A18: Mas é só se esforçar.
119	A02: Mas ela (Marie) gostava o que fazia.
120	A01: Eu tenho certeza que se ela não gostasse ela não tinha chegado onde chegou.
121	A16: Um exemplo um médico, os melhores médicos são aqueles que gostam de ser médicos e os piores são aqueles que queriam ser outra coisa e só tão ali pelo dinheiro.
122	A01: O fato de você gostar muda muita coisa.

123	A03: Você nem precisa se esforçar tanto.
124	A02: É o caso dos policiais que estão ali só pelo dinheiro e tem os que gostam mesmo da profissão.
125	P02: Na verdade todas as pessoas terão suas preferências aí o cientista tem uma preferência por aquela área, e sabe que pra ser um bom cientista, isso tem que ter um preço em termos de atitude e postura de vida (...). Tenho uma pergunta a fazer, qualquer pessoa pode ser cientista, todo mundo pode ser cientistas, o que vocês acham?
126	Alunos: Sim!
127	A02: É só ele ter força de vontade.
128	A01: Todo mundo pode aprender a tocar um instrumento musical, mas não quer dizer que ele vai ser o melhor músico do mundo. Os melhores cientistas do mundo são aqueles que se dedicam de corpo e alma porque gostam daquilo. Todo mundo pode ser cientista só não vai ser como Marie Curie.
129	A02: Ela fazia o que ela gostava, ela tomou pão e chá por muito tempo só pra manter os estudos. Então você percebe que ela gostava mesmo daquilo. É sofredor só vai quem gosta mesmo.
130	P02: Além do gostar, eu gostaria de acrescentar mais uma coisa, o gostar está associado a ideais a percepção de mundo, a objetivos de vida, como a pessoa se entende como cidadã. Não é apenas o gostar, eu estou entendendo o que vocês estão falando, mas é só para aprofundar um pouco nessa discussão. Ela gosta, mas por quê? Ela foi pra guerra era prazeroso pra ela, mas ela tinha objetivos, a percepção dela enquanto cidadã a percepção dela de mundo era que favorecia esse comportamento.
131	P01: Além disso ela se esforçou, pra atingir seus objetivos, ela saiu do seu país porque acreditava que a mulher merecia ter seu espaço (...).
	Professora prossegue nessa discussão com o auxílio de P02.
132	P01: Na questão 05 diz o seguinte: Os cientistas conseguem estar alheios a interesses pessoais e sociais?
133	A03: Não, porque os cientistas fazem o que gostam, então se eu gosto disso vou fazer isso, então não tem como você ser alheio a interesse pessoal e social, porque, por exemplo, teve a descoberta e tal, mas Marie só estuda isso de maneira terapêutica está aí o interesse social.
134	P01: Quem mais gostaria de complementar a fala da colega.
135	A01: Não, eu concordo com ela. Não dá pra dizer que ele está alheio principalmente a interesses sociais vemos pelas ações de Marie, os pais dela lutavam pela igualdade na Polônia no país dela e com certeza ela foi influenciada pelo ideal de seus pais e assim como os pais dela ela lutou pela igualdade, para que as mulheres pudessem entrar no meio acadêmico na França no caso, então ela tinha interesses externos ao laboratório.
136	P01: E que influenciaram na vida acadêmica dela, é como eu havia falado em momentos anteriores, a ciência não acontece isolada de fatores externos. Então, a vida dos cientistas acabam influenciando no próprio fazer ciência. (...) Veja que os interesses pessoais de Marie estavam bem presentes, então a ciência não se faz alheia a outros fatores.
137	P02: (...) Na comunidade científica existem consensos, mas será que existem conflitos também? A comunidade é sempre homogênea em termos de....
138	A02: As pessoas discutem sobre as coisas, você tá errado, você está errado.
139	P02: E conflitos em termos de interesses será que tem? Gostaria que vocês pensassem um pouco sobre isso, conflitos de interesses na comunidade científica será que tem?

140	A02: Sim, é tipo a senhora disse que cada um tem tipo um princípio um objetivo a alcançar e um ideal ou seja ela defende algo que ela está buscando, mas que isso seja de alguma forma realizada na vida dela.
141	P02: Será que vocês perceberam no texto algum momento de conflito, dentro da comunidade científica?
142	A01: No Prêmio Nobel. Na entrega do Prêmio Nobel.
143	P02: E o pessoal aí de trás o que é que acha? Na entrega do Prêmio Nobel? O que você acha disso A01?
144	A01: A comunidade de física e química discutiam se o prêmio seria de física ou química.
145	A13: Os homens acharem vergonhoso indicarem uma mulher que nem era francesa e porque era mulher.
146	P02: É uma questão de cultura que gerou esses conflitos.
147	P03: (...) Nesta questão aqui dos interesses sociais e eu vi que a discussão ficou muito nisso, nessas questões mais pessoais, mas você foi muito clara, que ciência e nenhum outro conhecimento se faz fora da sociedade. Ela se faz na sociedade e existe o cientista que seja essa figura singular que eu concordo que seja, porque nem todo mundo é cientista, nem todo mundo se dedica ao conhecimento e que se perde muito tempo com isso né, você que está acabando o mestrado deve saber bem, vocês que estão na escola também. Mas existe essa função social da ciência, o conhecimento não é produzido à toa, ele é produzido para dar um respaldo para sociedade. Por isso algumas sociedades investem em ciência, e quem investe em ciência e conhecimento de certa forma progride e quem deixa um pouco de lado a ciência acaba regredindo não desenvolve tecnologia não desenvolve pessoas mais ilustradas mesmo na capacidade simples de ler um texto ou escrever uma carta. Isso tudo é fruto do conhecimento, agora eu só queria destacar isso. No caso a função social da ciência no caso aqui de Marie está clara, é o seguinte, ela produziu toda a pesquisa sobre o rádio e urânio, que gerou problema de saúde nela, mas veja o resultado que claro que é o que o desenvolvimento de uma tecnologia capaz de curar e aí vai pra medicina e inventa a radioterapia não é isso? Então veja que função social da ciência, a ciência tem essa função, então nenhum país de fato vai se desenvolver sem essa característica, sem a ciência. Outro tópico que a gente vai entrar é que existe uma definição muito clara do que é caracterizado como conhecimento científico e aquilo que é meramente opinião que você constrói de maneira demonstrativa. Só a ciência de fato consegue ter um resultado social preciso né, então eu penso que a ciência tem uma função social e importante para ser exercida na comunidade política.
148	P02: O que vocês acham a respeito disso? Vocês podem dar exemplo ou contra exemplo disso?
149	A16: Foi numa aula de física eu acho, ele até deu um exemplo da França na época de Napoleão os caras construíram a questão do canhão, e isso foi a ciência e resultou em um poder.
150	P02: A tecnologia como sendo um elemento a mais de empoderamento.
151	A16: Foi a ciência que deu esse poder, por conta da grande safra de cientista que surgiu.
152	P02: E esse grande poder também fez com que a ciência dominasse as colônias, impusesse sua cultura.
153	P01: Nós estávamos pensando sobre a função social da ciência, mas se a gente pensar um pouquinho, será que ela só traz benefícios?
154	A01: Não!

155	<p>P01: Pois é! A gente viu que a descoberta da radioatividade foi excelente nesse sentido, vendo a função social de Marie, sabemos que a radioatividade hoje também é utilizada como fonte de energia, a radioatividade também é utilizada na agricultura, mas nós sabemos que a radioatividade é usada também em bombas nucleares. Que tem um poder devastador. Sabemos que a radioatividade pode trazer grandes benefícios, mas também a maneira com que ela é usada pode apresentar uma característica negativa a ciência. No caso que vocês citaram a ciência foi usada como fonte de poder. Então, depende muito de como esse conhecimento científico é utilizado. (...) E quem tem acesso a esse conhecimento a própria comunidade científica, então existem interesses dentro da própria comunidade.</p> <p>A última questão diz o seguinte: O que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento?</p>
156	<p>A01: Eu acho que o que diferencia a ciência de outras formas de conhecimento é porque ela é um conhecimento bem mais objetivo assim. Por exemplo comparar a ciência com a teologia, a teologia tem um caráter mais subjetivo do que a ciência, então essa é uma diferença, acho que a presença da comunidade científica também e tem outras características aí.</p>
157	<p>P01: Vocês gente aí do fundo.</p>
158	<p>A03: A ciência não é achismo.</p>
159	<p>A11: Porque a ciência comprova através de experimentos.</p>
160	<p>P02: Mas no dia a dia as pessoas não comprovam através de experimentos também não?</p>
161	<p>A13: É isso que eu estou em conflito o que seriam essas outras formas de conhecimento?</p>
162	<p>P02: Os saberes populares por exemplo. As pessoas sabem que muitas vezes as bisavós muitas vezes não foram para a escola e sabem que aquele chá é bom pra dor de cabeça, é bom pra tirar pedra nos rins é bom pra problemas digestivos, elas não aprenderam isso na escola.</p>
163	<p>A03: Isso é achismo não tem como comprovar isso.</p>
164	<p>A02: Mas só os cientistas comprovam as coisas, tipo não comprovam 100%, porque tudo ainda está em desenvolvimento. Então, como nossas avós sabem pra que chá serve pra cada coisa porque elas desenvolveram os pais e antepassados delas fora desenvolvendo e aquilo foi se confirmando até os dias de hoje.</p>
165	<p>A16: Mas isso foi se comprovando empiricamente.</p>
166	<p>P02: O que quer dizer empiricamente?</p>
167	<p>A16: Através de experiência.</p>
168	<p>P02: Mas na ciência não tem experiência também? Mas qual a diferença?</p>
169	<p>A16: Eles pegam de forma aleatória lá pega a folha faz o chá, aí passa. Virão que aquele chá serve pra aquilo, tipo não teve uma comprovação científica. Eles não comprovaram cientificamente como age, escolheram a folha aleatoriamente.</p>
170	<p>A11: Professora eu fico muito bugada em relação a isso, porque nem toda ciência é um conhecimento empírico porque a filosofia é uma ciência, mas não é comprovada através de experimentos.</p>
171	<p>A02: A filosofia comprova com a sociedade.</p>
172	<p>P02: Filosofia é ciência?</p>
173	<p>Alunos: Sim!</p>
174	<p>A03: Filosofia, história, geografia é tudo ciência.</p>
175	<p>A05: Assim, se filosofia, história e geografia são ciências então assim, a ciência está interligada com descobertas?</p>
176	<p>P02: A ciência envolve descoberta, isso que ela perguntou?</p>

177	A05: Toda área todo mundo considera ciência, porque pra ter ciência você tem que descobrir.
178	A07: Mas história você não descobre, acontece.
179	P02: Na história acontece, na química também acontece, na biologia também acontece, a chuva está caindo, o fenômeno acontece. Agora o que é a ciência diante disso?
180	A03: Ela vai procurar a razão pra explicar o acontecido e vai tentar provar pelo método científico que isso aconteceu.
181	P02: Existe um método científico?
182	Alunos: Existe.
183	P02: Um método científico único?
184	A05: Não, existem vários.
185	P02: Então é correto fala o método?
186	Alunos: Não, são os métodos.
187	A02: Agora como dizer se todos os métodos usados por todos os cientistas são métodos científicos.
188	P02: Quem determina isso?
189	Alunos: A comunidade científica.
190	A02: A comunidade científica que exerce o método científico, e como eles vão dizer que isso é o método científico?
191	P02: Quem poderia dizer? Se não for a comunidade científica? Quem poderia dizer isso?
192	A02: Não tem tipo um ser supremo que determine isso é método científico e isso é método teste de panela. Método que não são aceito pelas pessoas porque não foi feito a partir do método científico. Eu acho errado você desvalorizar as pessoas que não são pra isso, desvalorizar o que ela descobrem por que não surgiu a partir de um método científico.